

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL O TOTAL DE LA GRASA
DORSAL DE CERDO POR PASTA DE AGUACATE (*Persea americana* Mill)
SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS, FUNCIONALES Y
SENSORIALES DE UNA EMULSIÓN CÁRNICA**



**LIZETH PAOLA BURGOS SÁEZ
LUÍS MAURICIO GUERRA SANCHEZ**

**UNIVERSIDAD DE CORDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BERÁSTEGUI-CÓRDOBA**

2016

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL O TOTAL DE LA GRASA DORSAL
DE CERDO POR PASTA DE AGUACATE (*Persea americana* Mill) SOBRE LAS
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, FUNCIONALES Y SENSORIALES DE
UNA EMULSIÓN CÁRNICA**



LIZETH PAOLA BURGOS SÁEZ

LUÍS MAURICIO GUERRA SANCHEZ

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos

DIRECTOR:

M. Sc. PEDRO ROMERO BARRAGÁN

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

BERÁSTEGUI-CÓRDOBA

2016

El jurado calificador de este trabajo no será responsable de las ideas emitidas por los autores (Artículo 46, Acuerdo 006 de mayo 29 de 1979, Consejo superior)

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Berástegui, 31 de mayo de 2016

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría, fortaleza y perseverancia, para poder llegar a este momento tan especial de mi vida.

A mis padres Juan y Aracelys, a mis hermanos Ivan Darío y Juan Carlos, por brindarme su amor y ayuda incondicional en todo momento.

A mi esposo Gabriel quien con su amor, amistad y apoyo incondicional ha sido eje fundamental durante todo este proceso.

A todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido a mi aprendizaje; en especial a mis amigos Maira, Saira, Whitney, Edwin y Mauricio, por formar parte de mi equipo de estudio.

A mis profesores por su tiempo, su apoyo y por la buena formación profesional que recibí de parte de ellos.

Dios los bendiga grandemente a todos
LIZETH PAOLA BURGOS SÁEZ

DEDICATORIA

A Dios por derramar sus bendiciones sobre mí y llenarme de su fuerza y sabiduría para vencer todos los obstáculos desde el principio de mi vida.

A mi madre Talet Sofía por todo el esfuerzo y sacrificio, a mis hermanos Lina Marcela y Leider Andrés por brindarme todo el amor, la comprensión, el apoyo incondicional y la confianza en cada momento de mi vida.

A mis amigos Edwin, Lizeth, Maira, Saira y Whitney por haber contribuido de una u otra forma en mi aprendizaje, y por haber sido parte de mi equipo de trabajo.

A todos mis docentes, por su apoyo, confianza y conocimientos enseñados en el desarrollo de mi formación profesional.

LUÍS MAURICIO GUERRA SANCHEZ

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo de investigación expresan sus agradecimientos a:

- La Universidad de Córdoba en especial al programa de Ingeniería de Alimentos por ser parte de nuestra formación como profesionales.
- Al M.Sc. Pedro Romero Barragán, Director del proyecto, por su paciencia, consejo y acompañamiento durante todas las etapas del desarrollo de este trabajo.
- A los jurados Claudia Denise de Paula, Ph. D. y Ricardo Andrade, Ph. D. por sus observaciones y valiosos aportes para la culminación de este proyecto.
- A la Planta piloto de la Universidad de Córdoba, auxiliares y trabajadores.
- Al Grupo de Investigación de Procesos y Agroindustria de Vegetales, al Ing. Armando Alvis Bermúdez, Ph. D.
- Al Laboratorio de Análisis de Alimentos, a Lucia Oviedo, auxiliar del laboratorio.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1 AGUACATE.....	19
2.1.1 Producción de aguacate	22
2.1.2 Uso en la industria alimentaria.....	24
2.2 EMULSIÓN CÁRNICA.....	26
2.2.1 Aplicación de las emulsiones cárnicas	26
2.3 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS.....	27
2.3.1 Color de los alimentos	27
2.3.2 Textura de los alimentos	28
2.4 PROPIEDADES FUNCIONALES	29
2.4.1 Capacidad de retención de agua (CRA) y potencial de Hidrógeno (pH).....	29
2.4.2 Estabilidad de la emulsión (EE)	30
2.5 ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS	31
3. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33

3.2	UBICACIÓN	33
3.3	VARIABLES	33
3.3.1	Variables independientes	33
3.3.2	Variables dependientes	33
3.4	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	34
3.4.1	Caracterización de la pasta de aguacate.....	34
3.4.2	Formulación utilizada en las emulsiones cárnicas.....	34
3.4.3	Elaboración de las emulsiones cárnicas	35
3.4.4	Descripción del proceso:.....	37
3.5	ENSAYOS REALIZADOS A LAS EMULSIONES CÁRNICAS	38
3.5.1	Caracterización fisicoquímica de las emulsiones cárnicas	38
3.5.2	Determinación del color.....	38
3.5.3	Determinación del perfil de textura.....	38
3.5.4	Determinación de capacidad de retención de agua (CRA)	39
3.5.5	Determinación del potencial de hidrógeno (pH)	39
3.5.6	Determinación de la estabilidad de la emulsión (EE).....	39
3.5.7	Evaluación sensorial de las emulsiones cárnicas	40
3.5.8	Diseño experimental y análisis estadístico	40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1	COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA PASTA DE AGUACATE.....	41
4.2	COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS EMULSIONES CÁRNICAS	42
4.3	COLOR Y TEXTURA INSTRUMENTAL.....	43
4.4	CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA), pH Y ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN (EE).....	44
4.5	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	46
5.	CONCLUSIONES.....	47
6.	RECOMENDACIONES	49
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
	ANEXOS	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición química aproximada de la pulpa de aguacate (g/100g).....	19
Tabla 2. Perfil lipídico del aceite de aguacate.	20
Tabla 3. Principales características por tipo de variedad de aguacate.	20
Tabla 4. Definiciones de las características mecánicas de textura.	29
Tabla 5. Formulaciones de una emulsión cárnica tipo salchicha Frankfurt.	35
Tabla 6. Formulaciones de las emulsiones cárnicas.	35
Tabla 7. Composición fisicoquímica de la pasta de aguacate-variedad criollo.....	41
Tabla 8. Composición fisicoquímica de las emulsiones cárnicas (g/100g).....	42
Tabla 9. Color y textura instrumental de las emulsiones cárnicas.....	43
Tabla 10. Resultados de CRA, pH y EE de las emulsiones cárnicas.....	45
Tabla 11. Análisis sensorial por atributos de las emulsiones cárnicas.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Categorías del aguacate.....	22
Figura 2. Producción de aguacate de los 10 principales países, año 2013.....	23
Figura 3. Área cosechada y producción en Colombia, 2003-2013.....	23
Figura 4. Creación del color sólido tridimensional (a) y espacio de color CIELAB (b).....	27
Figura 5. Diagrama de flujo para la de elaboración de las emulsiones cárnicas.	36

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Ilustraciones del proceso de elaboración de las emulsiones cárnicas.	58
Anexo B. Ilustraciones de los ensayos realizados a las emulsiones cárnicas	59
Anexo C. Formato para la prueba de aceptación de las emulsiones cárnicas.	60
Anexo D. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza de la composición fisicoquímica de la pasta de aguacate.	61
Anexo E. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) para el análisis bromatológico de las emulsiones cárnicas.	62
Anexo F. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) para el color y textura instrumental de las emulsiones cárnicas.	66
Anexo G. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) para CRA, pH y EE de las emulsiones cárnicas.	71
Anexo H. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) para el análisis sensorial de las emulsiones cárnicas.	73

RESUMEN

Una alternativa para mejorar la calidad nutricional en productos cárnicos es la sustitución de grasa animal por grasas o aceites de origen vegetal. En base a esta consideración, en la presente investigación se estudió el efecto de la sustitución parcial o total de la grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de una emulsión cárnica. Para ello, inicialmente se establecieron cuatro tratamientos consistentes en sustituir (parcial o totalmente) la grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate; dichos tratamientos fueron: T1: 25%, T2: 50%, T3: 75% y T4: 100%. Posteriormente se caracterizaron fisicoquímicamente la pasta de aguacate y las emulsiones cárnicas, además se realizó el análisis del perfil de textura (TPA), de color instrumental, potencial de hidrógeno (pH), capacidad de retención de agua (CRA), estabilidad de la emulsión (EE) y de la aceptación sensorial del producto final. Los resultados de los análisis fisicoquímicos permitieron determinar que la pasta de aguacate variedad criollo de la Región de los Montes de María posee 82,34% de humedad; 1,42% de cenizas; 7,15% de grasa; 1,26% de proteína; 4,56% de fibra cruda y 3,27% de carbohidratos y, que las emulsiones cárnicas presentan una reducción de grasa del 44,48% para el tratamiento T4; también se encontró que los valores del pH aumentaron significativamente ($p < 0,05$) con la adición de la pasta de aguacate en todos los tratamientos respecto al control, mientras que la capacidad de retención de agua (CRA) aumentó significativamente solo en los tratamientos T2, T3 y T4. En cuanto al color calculado por medios instrumentales, se encontró que el tratamiento T4 presentó diferencias significativas en la luminosidad entre el control y los tratamientos T1, T2 y T3. Por su parte, el análisis del perfil de textura (TPA) mostró que no hubo efecto estadísticamente significativo ($p > 0,05$) sobre

la adhesividad, dureza, gomosidad y masticabilidad de las emulsiones cárnicas, mientras que la cohesividad presentó diferencias significativas entre el control y T2. Con respecto a la estabilidad de la emulsión, esta no presentó diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos y el control. Por último, la prueba de aceptación sensorial permitió observar que existen diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) en el sabor y la textura, mientras que para el color y olor no se presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos y el control.

ABSTRACT

An alternative to improve the nutritional quality of meat products is the replacement of animal fat by fat or vegetable oils. Based on this consideration, in this research the effect of the partial or total replacement of pork backfat by avocado paste on the physicochemical and sensory properties, textural of a meat emulsion was studied. To do this, initially consisting of four treatments were established to replace (partially or totally) pork back fat per avocado paste; such treatments were: T1: 25%, T2: 50%, T3: T4: 75% and 100%. Subsequently physicochemically characterized avocado paste and meat emulsions further analysis texture profile (TPA), instrumental color, hydrogen potential (pH), ability to retain water (CRA), emulsion stability was performed (EE) and sensory acceptance of the final product. The results of physicochemical analysis allowed to determine that the avocado paste Creole variety of the region of Montes de Maria owns 82.34% from humidity; 1.42% from ash; 7.15% from fat; 1.26% from protein; 4.56% from crude fiber and 3.27% from carbohydrate and meat emulsions that have reduced fat 44.48% for T4 treatment; also it found that pH values were significantly increased ($p < 0.05$) with the addition of the avocado paste in all treatments compared to control while the water holding capacity (CRA) increased significantly only in treatments T2, T3 and T4. As for the color calculated by instrumental means, it was found that treatment T4 showed significant differences in brightness between the control and the T1, T2 and T3. For its part, the texture profile analysis (TPA) showed no statistically significant effect ($p > 0.05$) on the adhesiveness, hardness, gumminess and chewiness of the meat emulsions, while cohesiveness significant differences between the control and T2. With respect to the stability of the emulsion, this was not significantly different ($p > 0.05$) between treatments and control. Finally, the sensory acceptance test allowed us to observe that there were significant differences ($p < 0.05$) in taste and

texture, while for the color and smell no significant differences p) presented> between and control treatments.

1. INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial de hacer los hábitos alimenticios más saludables es creciente, lo que sugiere a los consumidores limitar o reducir la ingesta de grasas saturadas y calorías, ya que en los últimos años ha incrementado el desarrollo de patologías como la obesidad, enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes, a causa del consumo excesivo de grasas saturadas. Esta preocupación de los consumidores de mejorar su alimentación, ha animado a investigadores a desarrollar formulaciones de productos cárnicos bajos en grasa sin afectar la palatabilidad del producto y que tenga buen valor económico (Méndez et al. 2015).

Por lo cual, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2015), recomienda que para mantener una alimentación sana es preferible consumir grasas no saturadas (contenida en los aguacates, el aceite de girasol, canola y oliva, entre otros) en vez de las grasas saturadas (presente en la carne grasa, el aceite de palma, de coco, la manteca de cerdo, entre otros) con el fin de disminuir el riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles (ENT), como las cardiovasculares. En Colombia la enfermedad cardiovascular es la primera causa de muerte siendo uno de los precursores los malos hábitos alimenticios, el consumo abundante de grasas de origen animal (saturadas) y sus derivados. Aunque la grasa dorsal de cerdo se caracteriza por aportar características de sabor, jugosidad y textura en los productos cárnicos, además es vital en las propiedades reológicas y estructurales para mantener la emulsión estable (Rivera 2012).

Para atender esta recomendación, una de las alternativas en la industria cárnica sería modificar la cantidad y calidad de los ácidos grasos utilizados en la elaboración de los derivados cárnicos, esta reducción se puede obtener utilizando diferentes sistemas como: el aumento de las otras materias primas (carne magra y/o agua) o la adición de sustitutos de la grasa. El primer método no es conveniente para la formación de una emulsión estable, presentando problemas de sinéresis, textura y sabor. El segundo método es el más utilizado y efectivo. Muchas sustancias se podrían utilizar para reducir la grasa en la emulsión cárnica como proteínas, micropartículas, pasta de aguacate, aceites vegetales, hidrocoloides, entre otros (Lurueña et al. 2004). Por ejemplo la grasa del aguacate es rica en ácidos grasos insaturados hasta un 30%, por lo que, al igual que ocurre con el aceite de oliva, se pueden incorporar en emulsiones cárnicas y ayudar a contrarrestar los efectos perjudiciales de las grasas saturadas (Cervantes 2007).

Diversos investigadores han estado trabajando en estrategias para reducir el contenido de grasa animal en los productos cárnicos procesados y recuperar la confianza de los consumidores. Tales intentos han incluido el uso aceites vegetales como los aceites de aguacate, de girasol y de oliva como un sustituto de la grasa animal, dando lugar a productos con un perfil de ácidos grasos más favorable, menor nivel de colesterol y mayor estabilidad oxidativa en comparación con los tradicionales (Rodríguez et al. 2012).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la sustitución parcial o total de la grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate (*Persea americana* Mill) sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de una emulsión cárnica.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 AGUACATE

El aguacate es un árbol originario de México y Centro América, donde ya se cultivaba con anterioridad a la llegada de los españoles. La palabra aguacate viene del náhuatl ahuácatl y pertenece al género *Persea* y su nombre científico es *Persea americana Mill*, proveniente de la familia lauráceae. Tanto su fruto comestible, como el árbol, se conocen como aguacate. Este fruto es una baya, en forma de pera, de color verde claro a verde oscuro y de violeta a negro, cáscara rugosa con una pulpa verde amarillenta y un hueso central muy grande; conocido también como palta, avocado o pera de caimán, es una fruta tropical comestible que posee un alto contenido nutricional (Sagarpa 2011). La principal característica nutricional es su alto contenido de lípidos además de ser una buena fuente de energía, debido a la cantidad de calorías (ver Tabla 1).

Tabla 1. Composición química aproximada de la pulpa de aguacate (g/100g).

Composición	Cantidad
Calorías (Kcal)	127
Agua (g)	79,7
Proteína (g)	1,6
Grasa (g)	13,3
Carbohidratos (g)	3,0
Fibra (g)	1,6
Cenizas (g)	0,8
Calcio (mg)	10
Fósforo (mg)	40
Hierro (mg)	0,4

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1982).

En cuanto al contenido lipídico del aguacate, los ácidos grasos presentes, en su mayoría son mono insaturados, siendo el más abundante, el ácido oléico (ver Tabla 2), los

cuales hacen disminuir la concentración del colesterol ligado a las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y aumentan las de alta densidad (HDL), lo que resulta beneficioso para su consumo (Acosta 2011), además contiene ácidos grasos poliinsaturados, como el linoleico y linolénico, conocidos como Omega 3 y Omega 6; que reciben el nombre de ácidos grasos esenciales debido a que no pueden ser sintetizados por los mamíferos y es indispensable su consumo en la dieta (Córdova y Martínez 2015).

Tabla 2. Perfil lipídico del aceite de aguacate.

Ácido Graso	Número lipídico	Cantidad (%)
Palmítico	C16:0	18,00
Palmitoléico	C16:1	9,42
Estearico	C18:0	0,61
Oléico	C18:1	58,95
Linoléico	C18:2	11,50
Linolénico	C18:3	0,69
Ácidos Grasos Saturados		18,61
Ácidos Grasos Monoinsaturados		68,37
Ácidos Grasos Poliinsaturados		12,19

Fuente: Moreno y Maldonado (2015).

Por otro lado, el aguacate se caracteriza por su diversidad genética, pues posee tres variedades distintas, la mexicana (*P. americana* var. *drymifolia*), la guatemalteca (*P. americana* var. *guatemalensis*) y la antillana (*P. americana* var. *americana*) con aproximadamente unos 400 cultivares o híbridos, encontrando frutos de formas y pesos diferentes. En la Tabla 3 se describen las principales características de cada una de estas subespecies.

Tabla 3. Principales características por tipo de variedad de aguacate.

Raza	Altura	Temperatura	Peso	Cont. graso	Cont. de azúcar	Variedad
Antillana	Menor a 1.000 msnm	Entre 18 y 26° C	Entre 250 y 2.500 g	Entre 5 y 15%	5%	Criollo, Lorena, Peterson, Wilson, Simmonds, etc.
Guatemalteca	Entre 1.000 y 2.000 msnm	Entre 4 y 19° C	Entre 120 y 1.500 g	Entre 5 y 15%	5%	Choquete, Hass, Linda, Simpspon, Reed, Guatemala, Itzama, etc.
Mexicana	De más de 1.700 msnm	Hasta 2,2° C	Entre 80 y 250 g	Hasta 30%	2%	Azteca, Fuerte, Duke Nabal, Ettiger, Bacon, Wurtz, etc.

Fuente: Modificado de Yabrudy (2012).

Diferentes investigaciones sobre las variedades de aguacate han indicado que la cantidad de diversos componentes están relacionados con la zona de cultivo, las condiciones de crecimiento, tiempo de recolección y almacenaje, estas características son únicas para cada variedad (Ariza 2010). También depende del tiempo de maduración, un fruto arrancado precozmente tiene menor contenido de aceite que el de mayor permanencia en el árbol (Amórtegui 2001).

Cabe destacar que el aguacate empleado en esta investigación es el cultivado en la región de los Montes de María, debido a las condiciones del clima y suelo de esta región, la variedad criollo o común (típico de la raza antillana) es el que más se cultiva, que por lo general corresponde a frutos de cuello largo, de piel lisa y bajo contenido de aceite (Amortegui 2001). La comercialización de esta fruta se realiza en dos vías, una directa por el productor y la otra vía es usando intermediarios, que comercializan la fruta en el mercado nacional.

Para garantizar el éxito en la comercialización, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, establece la Norma Técnica Colombiana 5209 de 2003, recomienda que la fruta sea clasificada de acuerdo a los estándares que pide el mercado: tamaño uniforme, color de la piel o cáscara, ausencia de defectos tales como malformaciones, quemaduras por el frío o sol, heridas y manchas (raspaduras, daño por insecto, daño por uñas y cicatrices causadas por el viento) y ausencia de enfermedades, incluyendo antracnosis y pudrición de la cicatriz del pedúnculo.

De acuerdo a los parámetros anteriormente descritos, la fruta se clasifica manualmente por su tamaño y peso (ver Figura 1). Existen las siguientes categorías:

- **Categoría extra:** estos aguacates pueden presentar defectos causados por las raspaduras causadas por el roce entre frutos o cicatrices causadas por insectos, siempre y cuando no afecten calidad interna del fruto, estos defectos no deben cubrir más del 5% de la superficie del fruto.
- **Categoría I (primera):** estos aguacates podrán presentar los defectos de forma y color, mencionados en la categoría extra, los cuales no deberán cubrir la superficie del fruto en más de 10%, de igual forma no se puede afectar la pulpa.

- **Categoría II (industrial):** los aguacates en esta categoría pueden presentar defectos en la forma y color, manchas de epidermis y quemaduras por el sol que no superen más del 15% de la piel del fruto, igualmente no se puede afectar la pulpa.

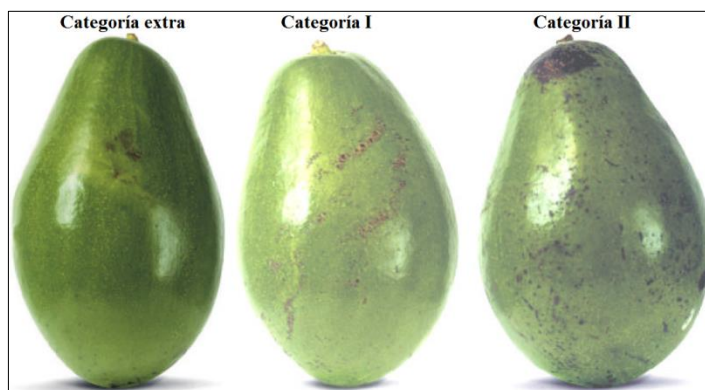


Figura 1. Categorías del aguacate.
Fuente: NTC 5209 (2003).

2.1.1 Producción de aguacate

La importancia del aguacate en el mercado internacional ha crecido sostenidamente, dejando de ser una fruta exótica para incorporarse en la dieta de muchos países. Esta tendencia se ha reforzado por la importancia creciente en el consumo de productos naturales (Gómez 2010).

Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2015), los 50 principales países productores de aguacate en el año 2013, produjeron aproximadamente 4,7 Mt (millones de toneladas), México destaca como el principal productor con 1,5 Mt, cantidad que representa el 31% de la producción de este grupo. La mayor producción de aguacate se concentra en 6 países del continente Americano. Colombia es el tercer país productor, su producción alcanza 300 mil toneladas. Destaca también República Dominicana, Indonesia, Kenya y Rwanda, como importantes productores, ya que se encuentran dentro de los 10 principales países productores como se observa en la Figura 2. Esta distribución de la producción mundial es resultado de las condiciones climatológicas y edafológicas que prevalecen en el continente Americano, ya que son las ideales para que este fruto pueda alcanzar su madurez y pueda alcanzar el óptimo desarrollo que requiere en el mercado de exportación.

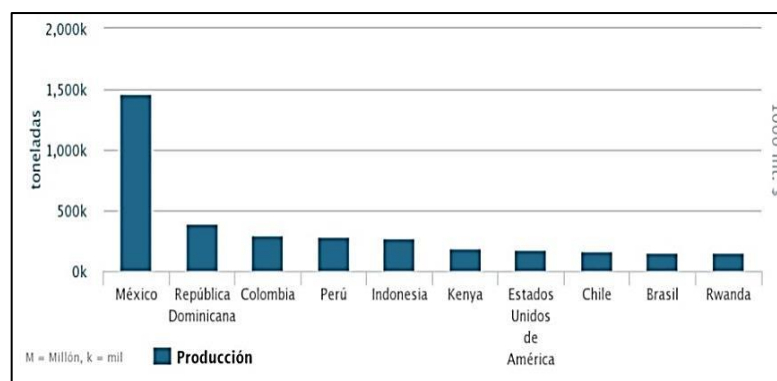


Figura 2. Producción de aguacate de los 10 principales países, año 2013.

Fuente: FAOSTAT (2015).

Acerca de la productividad de aguacate en Colombia, se tiene que este cultivo es de gran importancia en el área frutícola, ya que para el año 2003 las áreas establecidas ascendían a 17.457 ha, con una producción media de 10,3 t/ha. Posteriormente en el año 2013 las áreas se incrementaron a 32.066 ha, con una tasa de rendimiento de 9,5 t/ha. Es evidente que el área cosechada y producción en Colombia tienden a crecer, por lo que la tasa de crecimiento anual para el área cosechada es de 5,4 %, y de 4,2 % respectivamente, para la producción de este fruto (ver Figura 3). Estas cifras muestran que el rendimiento del aguacate producido en Colombia es comparable con el de México que tiene un rendimiento de 9,49 t/ha, por lo cual Colombia presenta una ventaja comparativa en el rendimiento del cultivo a nivel mundial, permitiendo la competitividad (Agronet 2015).

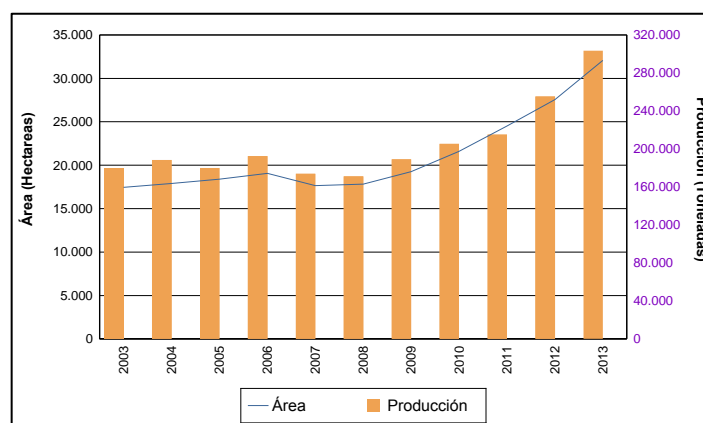


Figura 3. Área cosechada y producción en Colombia, 2003-2013.

Fuente: Agronet (2015).

Además del manejo agrícola del cultivo de aguacate y su cosecha, también es necesario tener en cuenta el manejo post cosecha y la transformación que se le pueda dar al fruto

fresco, para aumentar la competitividad a nivel mundial, por ello han surgido investigaciones acerca de la industrialización del aguacate en Colombia permitiendo el desarrollo de diversos protocolos para el procesamiento y conservación de estos productos de mayor valor agregado.

2.1.2 Uso en la industria alimentaria

La industrialización y consumo del aguacate está relacionado con la producción, pues a mayor volumen de ésta, mayor es su uso industrial y consumo en fresco. Los principales productos derivados del aguacate en la industria alimentaria son las mitades de aguacate, pulpa y guacamole; todos estos productos innovadores en el mercado interno y que a nivel internacional tienen un alto reconocimiento, por lo que son una oportunidad para el desarrollo de la agroindustria rural en Colombia (Sandoval et al. 2010). Otro derivado del aguacate es el aceite extra virgen, cuyo uso culinario lo convierte en un buen sustituto del aceite de oliva, el cual se oferta al consumidor como un aceite tipo gourmet (Córdova y Martínez 2015).

El inconveniente primordial en la industrialización del aguacate es el rápido deterioro del fruto, que se manifiesta en un oscurecimiento durante el procesamiento y almacenamiento, fenómeno de oxidación bioquímica que es catalizada por enzimas específicas (fenolasas o polifenoloxidasas) que están presentes en la misma pulpa (Amaya et al. 2008). Una manera de evitar este inconveniente puede ser la deshidratación de la pulpa, esta alternativa está siendo estudiada por el Grupo de Investigación en Alimentos Funcionales de la Universidad Nacional, con sede en la ciudad de Medellín, pues el aguacate deshidratado en polvo le brinda la posibilidad de extender su vida útil y además sería un ingrediente destinado a usarse en los sectores alimentario, cosmético y farmacéutico (Noriega 2015).

Es necesario resaltar, que el aguacate es un alimento muy completo nutricionalmente, que aporta grasas insaturadas que son benéficas para el consumidor. En los últimos años la demanda de productos alimenticios que ofrezcan un alto valor nutricional ha incrementado, por lo que muchos países industrializados y en vía de desarrollo apuntan hacia la formulación de productos saludables con alto valor nutricional agregado. Dentro

del sector cárnico especialmente, se ha venido desarrollando productos cárnicos (como las emulsiones cárnicas) bajos en grasa, debido entre otras cosas a la alta incidencia que ha venido teniendo el consumo de estos productos en el desarrollo de ciertas enfermedades por los altos contenidos de grasa que suelen tener, especialmente de grasa animal (Pacheco et al. 2011). Si bien la grasa es imprescindible dentro de la dieta humana, si se consume en exceso puede ser un factor de riesgo para el desarrollo de múltiples enfermedades (obesidad, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, cáncer, diabetes y alteraciones del colesterol, entre otras) (Banda 2010).

Es por ello que una de las alternativas es reemplazar parcialmente la grasa animal por grasa vegetal en productos cárnicos, y es aquí donde la pasta de aguacate puede jugar un papel importante, por su gran valor lipídico, rico en ácidos grasos insaturados. De esta manera se estarían conjugando los beneficios tanto para la industria del aguacate como para los consumidores de los productos cárnicos. Ya que la ingesta dietética de ácidos grasos insaturados, se ha demostrado que ayuda a reducir el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular (Rubio 2002).

Diversas investigaciones han indagado sobre la inclusión del aguacate en productos cárnicos y han planteado realizar una preparación a la pasta de aguacate antes de incorporarla a la emulsión cárnica. En el caso de Rueda-Lugo et al. (2006) que prepararon la pasta de aguacate adicionándole 0,1% (p/p) de eritorbato de sodio y fue congelada inmediatamente después de elaborada a -20 °C en bolsas de polietileno y para posteriormente ser utilizada después de 3 días y antes de una semana en la formulación de las emulsiones cárnicas. Para Rivera (2014) la pasta de aguacate la mezcló con 0,1% (p/p) de ácido cítrico y fue empacada en bolsa de polietileno y la congelada a -13° C por tres días antes del proceso. Por último, Moreno y Maldonado (2015) extrajeron el aceite de la pasta de aguacate para su posterior procesamiento.

Para llevar a cabo esta alternativa en productos cárnicos, por ejemplo en una emulsión cárnica, es indispensable estudiar la viabilidad que tiene, teniendo en cuenta la interacción entre los componentes, el comportamiento que tiene en el proceso de elaboración, los factores que afectan la estabilidad y formación de la emulsión, además conocer y medir las propiedades fisicoquímicas, funcionales, sensoriales, entre otras, del

producto obtenido y así determinar la proporción adecuada de pasta de aguacate que se le podría adicionar, sin perder las características propias de este tipo de productos

2.2 EMULSIÓN CÁRNICA

Una emulsión desde el punto de vista químico, se define como la mezcla de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se encuentra disperso en forma de pequeños glóbulos (fase dispersa o discontinua) en agua (fase dispersante o continua), estas mezclas son inestables debido a la inmiscibilidad, que podría estabilizarse mediante un agente emulsificante. Específicamente en las emulsiones cárnicas, éste agente lo constituyen las proteínas, especialmente las miofibrilares (miosina y actomiosina) solubles en NaCl, las proteínas actúan como emulsificante debido a su carácter anfifílico, por lo que este sistema requiere una estabilización correcta para evitar la separación de la grasa y el agua durante el tratamiento térmico (Restrepo et al. 2001).

2.2.1 Aplicación de las emulsiones cárnicas

Los productos cárnicos se pueden clasificar en cuanto al nivel de reducción de tamaño, las emulsiones cárnicas son pastas finas que pueden utilizarse para elaborar una gran cantidad de diversos productos cárnicos como salchichas frankfurt, mortadela, entre otras. O puede utilizarse mezclada con otros elementos gruesos (inclusiones de carne, grasa, subproductos o vegetales) que le confieren al producto terminado un carácter específico que lo identifica como por ejemplo el jamón tipo chopped, etc. Las proporciones de sus tres constituyentes principales (carne, grasa y agua) son variables según el tipo de producto y la calidad de este (Venegas y Pérez 2006).

Investigaciones realizadas acerca de la modificación del perfil lipídico de las emulsiones cárnicas, demuestran que se puede lograr una sustitución parcial de la grasa dorsal de cerdo por aceites o grasas de origen vegetal. Un ejemplo de estas, es la realizada por Vural et al. (2004), que estudiaron el efecto de la adición parcial de aceites vegetales interesterificados y fibra de remolacha azucarera en la calidad de salchichas; demostrando que se puede reemplazar la grasa en un 60% por aceites interesterificados, lo cual mejora el contenido nutricional del producto debido al cambio en la composición de los ácidos grasos, como resultado encontraron un aumento significativo en el

contenido total de la fibra dietética y la capacidad de retención de agua de las salchichas, mientras que no hubo cambios en las características organolépticas de apariencia, color, textura y sabor.

2.3 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

2.3.1 Color de los alimentos

La noción de color se basa en tres criterios: el matiz (sombra), la luminosidad (brillo) y la saturación (intensidad). Estos tres elementos son los atributos de color, y se pueden poner juntos para crear el color sólido tridimensional (ver Figura 4a). Para realizar las mediciones de color se emplea comúnmente un colorímetro, que es un dispositivo triestímulo, que usan filtros rojo, verde y azul para emular la respuesta del ojo humano al color y la luz. Existen varios sistemas para expresar numéricamente el color, que fueron desarrollados por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Uno de estos sistemas es el espacio de color $L^*a^*b^*$ ideado en 1976. En este espacio, L^* indica claridad, su valor se extiende desde 0 (negro) a 100 (blanco) (como se ve en la Figura 4b), el a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad, indican direcciones de color: a^* denota el valor rojo (+60) a verde (-60) y b^* el valor amarillo (+60) a azul (-60) (Korifi et al. 2013).

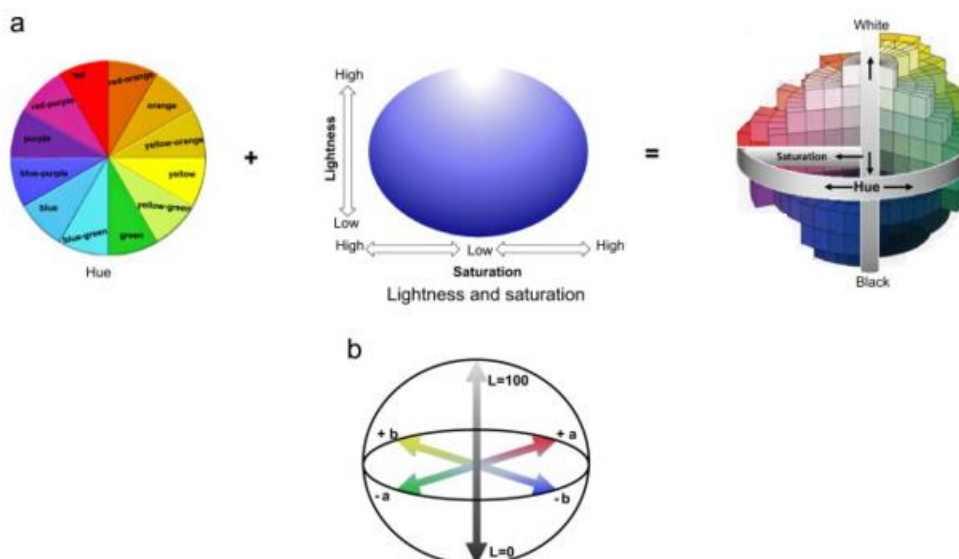


Figura 4. Creación del color sólido tridimensional (a) y espacio de color CIELAB (b).
Fuente: (Korifi et al. 2013).

Acerca de las investigaciones realizadas para observar el cambio del color en productos cárnicos con sustitución de grasa dorsal de cerdo por aceite o grasa vegetal, se tiene que autores como Rueda-Lugo et al. (2007) demostraron que la sustitución del 50% del lardo (30%) por pasta de aguacate tratada con antioxidantes, no modifica las características de color en las salchichas. Sin embargo, Rodríguez et al. (2012), encontraron que el aceite de aguacate si afecta las características de calidad, como el color y la textura, que puede ser considerado como una desventaja notable en un producto cárnico, mientras que otros aceites vegetales como el de girasol y oliva, obtuvieron productos con un perfil de ácidos grasos más favorable y de mejor estabilidad oxidativa.

2.3.2 Textura de los alimentos

La textura está relacionada a “Todos los atributos mecánicos, geométricos, y superficiales de un producto, perceptible por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado, visuales y auditivos” (Lara y Lescano 2004). Puede medirse por medios objetivos como el análisis instrumental y subjetivo mediante pruebas sensoriales. Sensorialmente la textura de un alimento puede ser definida como el conjunto de atributos que, de un modo subjetivo, son apreciados por los sentidos de la vista, el tacto y el oído, que hacen referencia a la impresión percibida de su peculiaridad física, en cuanto resultado de una deformación sufrida por el alimento por lo que viene a ser una manifestación del modo como son estimulados los receptores mecánicos de la boca durante la degustación del producto alimenticio (Bello 2000). En cambio las mediciones instrumentales se emplean equipos (texturometros), donde se estima la textura percibida del alimento, por las condiciones de procesado de la boca, que podría estar directamente relacionado con la deformación o cambio de las propiedades físicas del producto por efecto de la compresión mecánica o esfuerzo cortante (Chen y Linus 2013).

Generalmente se le denomina Análisis de Perfil de Textura (TPA), este es un experimento que imita a dos o más ciclos de masticación mediante la compresión de una muestra de dos superficies paralelas. En la respuesta grafica se obtiene la fuerza aplicada frente al desplazamiento y permite evaluar las características mecánicas de textura primarias y secundarias, las cuales se describen en la Tabla 4.

Tabla 4. Definiciones de las características mecánicas de textura.

Propiedades	Definición Física	Definición Sensorial
<i>Propiedades Primarias</i>		
Adhesividad	Trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y de la superficie de los otros materiales con los que el alimento entra en contacto.	Fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente el paladar) durante su consumo.
Cohesividad	Grado en que un material puede deformarse antes de romperse.	Grado en que una sustancia se comprime entre los dientes antes de romperse.
Dureza	Fuerza necesaria para una deformación dada.	Fuerza requerida para comprimir una sustancia entre los dientes molares (en el caso de sólidos) o entre la lengua y el paladar (en el caso de semi-sólidos).
Elasticidad	Velocidad a la que un material deformado regresa a su condición inicial después de retirar la fuerza deformante.	Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez ha sido comprimido entre los dientes.
Viscosidad	Tasa de flujo por unidad de fuerza.	Fuerza requerida para pasar un líquido de una cuchara hacia la lengua.
<i>Propiedades secundarias</i>		
Gomosidad	Energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado listo para deglutirlo: un producto de un bajo grado de dureza y alta cohesividad.	Densidad que persiste durante toda la masticación; energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado adecuado para deglutirla.
Masticabilidad	Energía requerida para masticar un alimento sólido hasta que esté listo para deglutirlo: una combinación de la dureza, cohesividad y elasticidad.	Tiempo requerido para masticar una muestra, a una tasa constante de aplicación de la fuerza, para reducirla a una consistencia adecuada para la deglución.
Fracturabilidad	Fuerza con la cual se fractura un material: un producto de alto grado de dureza y bajo grado de cohesividad.	Fuerza con la que una material se desmorona, grietas o se rompe.

Fuente: Anzaldúa (1994); Chen y Linus (2013), modificado.

2.4 PROPIEDADES FUNCIONALES

2.4.1 Capacidad de retención de agua (CRA) y potencial de Hidrógeno (pH)

La capacidad de retención de agua se describe como la habilidad que exhibe un producto para retener el agua que se encuentra en él durante la aplicación de fuerzas externas como cortes, calentamiento, trituración y prensado, depende del tipo de proteína y su concentración, y de la presencia de hidratos de carbono, lípidos y sales. La medición de la CRA por lo general consiste en la aplicación de una fuerza para medir el agua

liberada. La fuerza puede ser natural, a través de medios gravimétricos, o puede ser mediante la aplicación de una fuerza externa, a través de la centrifugación o la compresión (Warner 2014).

La capacidad de retención de agua se ve influenciada directamente por el pH, ya que si hay valores altos de pH (5,8 o más) producen un incremento en esta, esto se debe a que la solubilidad de las proteínas se incrementa cuando los valores del pH están por encima del punto isoelectrico de las proteínas (5,0 a 5,4) y esto se logra gracias a la acción de los fosfatos y la sal que elevan el pH del sistema de un valor aproximadamente de 5,5 (dependiendo en gran medida del tipo de músculo, especie y condiciones post mortem de la carne) a cerca de 6,5 fuera del punto isoelectrico, donde las cargas proteína-proteína son máximas y la solubilidad mínima (Totosa 2007). Cuando la CRA presenta valores muy altos debido al incremento del pH, se obtiene un color más oscuro y una textura más firme, favoreciendo la alteración microbiana; mientras que si los valores son más bajos (5,5 o menos) se obtendría una coloración pálida y una textura muy blanda (Restrepo et al. 2001).

Por otro lado, se ha demostrado que la fibra insoluble favorece particularmente propiedades de unión de agua y la capacidad de absorción de agua (Thebaudin et al. 1997), el agua incorporada a la emulsión cárnica se mantiene en el sistema fibroso mediante enlaces muy fuertes de puentes de hidrogeno y fuerzas capilares y por ello ya no son de libre disponibilidad, de ello resulta las propiedades funcionales como el impedimento de sinéresis y deshidratación lo que ayuda a reducir la pérdida de cocción y mejorar la estabilidad de la emulsión (Beltrán 2011).

2.4.2 Estabilidad de la emulsión (EE)

La estabilidad en una emulsión cárnica se logra mediante la acción de las proteínas, principalmente, las miofibrilares, que actúan como agentes emulgentes, existen algunos factores que influyen en estabilidad de estas, como son (Restrepo et al. 2001):

- **Temperatura de la emulsión:** Si es muy alta se da desnaturalización de las proteínas solubles, disminuye la viscosidad y se funden las partículas de grasa. La temperatura máxima permisible depende del equipo que se va a utilizar para la emulsión.

- **Cantidad de proteína soluble disponible:** A mayor cantidad de proteína solubilizada, mayor cantidad de grasa emulsificada; además aumenta la estabilidad.
- **Tamaño de las partículas de grasa:** A medida que disminuye el tamaño de las partículas de grasa, se incrementa su área superficial y, por tanto, aumenta la cantidad de proteína solubilizada necesaria para formar emulsiones estables.
- **Cantidad y naturaleza de las grasas adicionadas:** Las carnes utilizadas de ganado bovino y porcino por su naturaleza presentan diferentes contenidos de materia grasa, las formulaciones requieren un determinado porcentaje de materia grasa, la grasa más adecuada es la grasa dorsal de cerdo o en su defecto una grasa pre-emulsificada.
- **Altas temperaturas de operación en escaldado:** Los productos escaldados presentan inconvenientes cuando son sometidos a tratamientos térmicos de corto tiempo y temperaturas altas pues contribuyen con el fenómeno de “rompimiento de la emulsión”. Un aspecto fundamental que se debe tener en cuenta en la elaboración de pastas finas es la evolución de la viscosidad, puesto que el aumento de la viscosidad implica un incremento en la temperatura.

Al mencionar, que la cantidad y la naturaleza de las grasas adicionadas pueden afectar la estabilidad de la emulsión, varios autores han investigado lo antes dicho, por ejemplo Rivera (2014), utilizó una proporción 15% de pasta de aguacate con 5% de grasa dorsal de cerdo en una salchicha, demostrando que esta proporción no afectó la estabilidad de la emulsión y características organolépticas permanecieron semejantes a las salchichas tradicionales. Así mismo, Moreno y Maldonado (2015) lograron reemplazar en su totalidad la grasa animal presente en la formulación de salchichas por aceite de aguacate, logrando además conservar las características sensoriales y tecnológicas propias de este tipo de producto cárnico.

2.5 ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

La evaluación sensorial de los alimentos es el análisis por medio de los sentidos. Se lleva a cabo, mediante el uso de diferentes pruebas: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas. Las pruebas afectivas se clasifican en tres tipos: las pruebas de aceptación, pruebas de preferencia y las pruebas de grado de satisfacción. (Anzaldúa 2004). Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan las escalas hedónicas, éstas

pueden ser verbales o gráficas, con el objetivo de asegurar la validez de los métodos estadísticos paramétricos utilizados corrientemente en el procesamiento de los resultados (Torricella et al. 2007).

Las pruebas afectivas pretenden evaluar el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado empleando el criterio subjetivo de los catadores. En la mayoría de los casos, los catadores corresponden a consumidores no entrenados en la descripción de preferencias, donde su evaluación se basa en gustos. Para esta evaluación se usan frases sencillas y lógicas que cualquier consumidor pueda identificar sin formular preguntas determinadas sobre intensidades de sabores, tamaños y olores; deben ser enfocadas en decisión de compra y aceptación general (Sánchez y Albarracín 2010).

Investigaciones realizadas acerca de la aceptación sensorial de productos cárnicos con modificación en su perfil lipídico, demuestran que el contenido de grasa dorsal de cerdo puede ser sustituido parcialmente por aceites o grasas de origen vegetal sin modificar sus características organolépticas. Un ejemplo de estas, es la realizada por Banda (2010), quien estudió el efecto de la sustitución de grasa animal (cerdo) por grasa vegetal en la formulación y elaboración de salchichas Frankfurt. Se demostró que la grasa vegetal se puede utilizar como sustituto de la grasa dorsal de cerdo hasta en un 75%, sin modificar las características organolépticas. Por otro lado Rodríguez et al. (2012), en una sustitución de grasa dorsal de cerdo por aceites vegetales (aguacate, girasol y oliva) encontraron que el aceite de aguacate puede impartir sabores agradables (notas de sabor picante y afrutados), pero su impacto sobre otras características de calidad como el color y la textura, le confiere una desventaja respecto a otros tipos de aceites empleados. Los resultados de este estudio ponen de manifiesto notables aplicaciones tecnológicas para los derivados cárnicos más saludables.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio presenta una investigación de tipo experimental.

3.2 UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en la Planta Piloto de Cárnicos, y los Laboratorios de Análisis de Alimentos y de Análisis Sensorial (adaptado) pertenecientes al Departamento de Ingeniería de Alimentos, de la Universidad de Córdoba, Sede Berástegui, ubicado a 8° 48' LN y 75° 52' LW, 16 m.s.n.m.

3.3 VARIABLES

3.3.1 Variables independientes

- Porcentaje de sustitución de la grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate: 25%, 50%, 75% y 100%.

3.3.2 Variables dependientes

- Características fisicoquímicas: Color Instrumental, pH y el contenido proximal de las emulsiones cárnicas: Humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra cruda y carbohidratos.
- Parámetros de textura: Adhesividad, cohesividad, dureza, elasticidad, gomosidad y masticabilidad.
- Capacidad de retención de agua (CRA) y estabilidad de la emulsión (EE).
- Características sensoriales: Olor, color, sabor y textura.

3.4 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.4.1 Caracterización de la pasta de aguacate

La caracterización fisicoquímica de la pasta de aguacate fue realizada según metodología AOAC (2005), así:

- a) Humedad (AOAC 950.46);
- b) Extracto etéreo o grasa (AOAC 954.02);
- c) Proteína bruta (AOAC 940.25);
- d) Cenizas (AOAC 923.03);
- e) Fibra cruda (AOAC 920.86);

El porcentaje de carbohidratos totales fue calculado sumando los análisis anteriores por la diferencia de 100, según la Ecuación 1:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Ext. etéreo} + \% \text{ Proteína B.} + \% \text{ Ceniza} + \% \text{ Fibra bruta}) \quad (1)$$

3.4.2 Formulación utilizada en las emulsiones cárnicas

Las emulsiones cárnicas fueron realizadas en base a una formulación de una salchicha tipo Frankfurt (ver Tabla 5). Para la formulación empleada se llevaron estas cantidades a unidades de medida en kilogramo (Kg), tomando una base de cálculo de 1,2 Kg de mezcla cárnica, como se muestra en la Tabla 6, donde el factor a variar fue el porcentaje de sustitución de grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate de la siguiente manera:

Control: 100% de grasa dorsal de cerdo y 0% de pasta de aguacate.

T1: 75% de grasa dorsal de cerdo y 25% de pasta de aguacate.

T2: 50% de grasa dorsal de cerdo y 50% de pasta de aguacate.

T3: 25% de grasa dorsal de cerdo y 75% de pasta de aguacate.

T4: 0% de grasa dorsal de cerdo y 100% de pasta de aguacate.

Tabla 5. Formulaciones de una emulsión cárnica tipo salchicha Frankfurt.

Ingredientes	Cantidad (%)
Carne de res	60
Grasa dorsal de cerdo	12
Hielo	20,5
Almidón de yuca	5
Condimento universal	1,0
Comino	0,2
Pimienta	0,1
Nuez moscada	0,2
Cebolla cabezona	0,75
Ajo	0,1
Humo líquido	0,15
Polifosfatos	0,3
Glutamato monosódico	0,05

Fuente: Cury et al. (2011), modificado.

Tabla 6. Formulaciones de las emulsiones cárnicas.

Ingredientes	Tratamientos (Kg)				
	Control	T1	T2	T3	T4
Carne de res	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720
Grasa dorsal de cerdo	0,144	0,108	0,072	0,036	0
Pasta de Aguacate	0	0,036	0,072	0,108	0,144
Hielo	0,246	0,246	0,246	0,246	0,246
Almidón de yuca	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Condimento universal	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
Comino	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
Pimienta	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012
Nuez moscada	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
Cebolla cabezona	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090
Ajo	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012
Humo líquido	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018
Polifosfatos	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036
Glutamato monosódico	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006

3.4.3 Elaboración de las emulsiones cárnicas

En la Figura 5 se muestra el diagrama de proceso para la elaboración de las emulsiones cárnicas y se ilustra en el Anexo A.

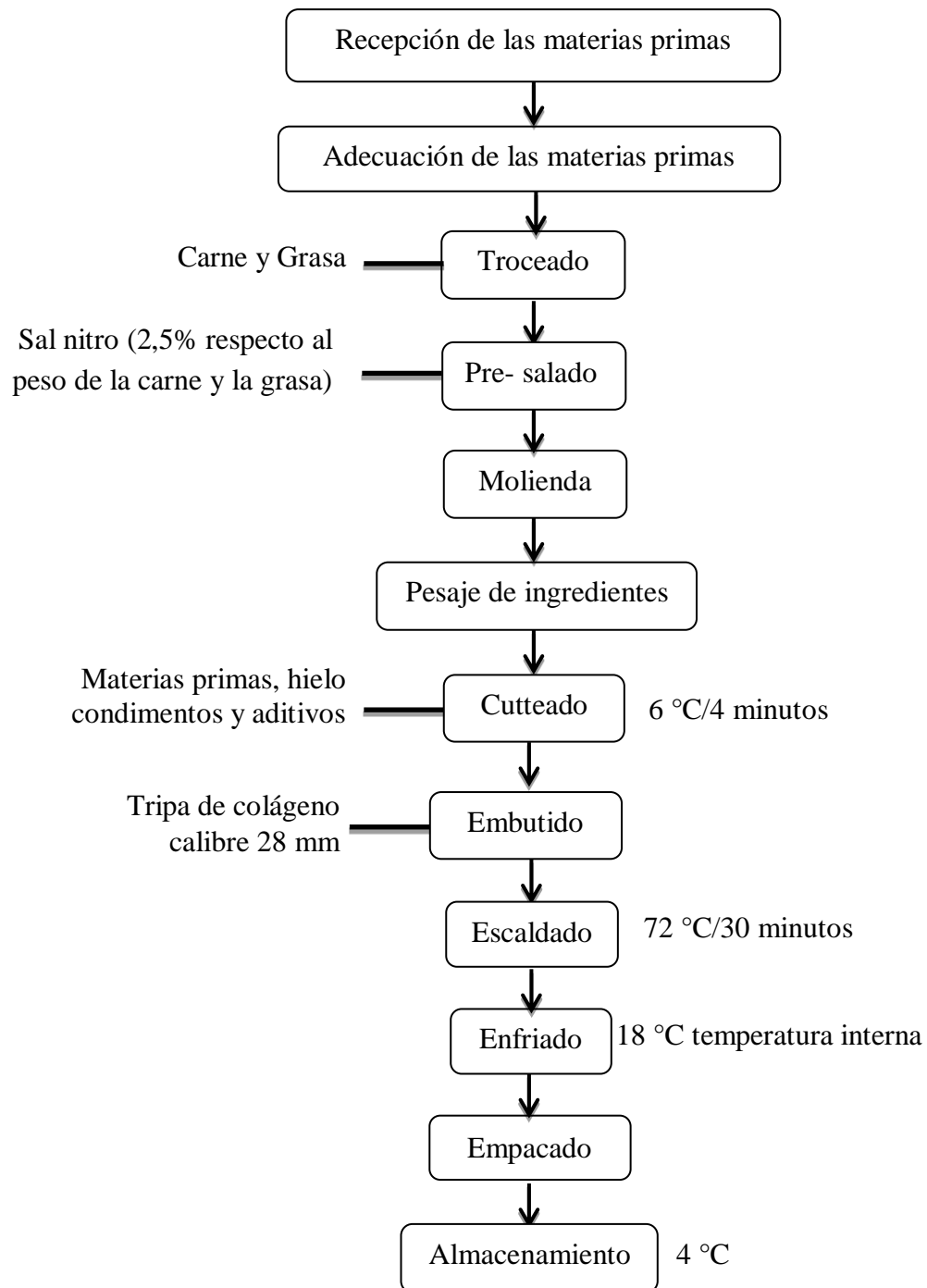










Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de las emulsiones cárnicas.

3.4.4 Descripción del proceso:

-  **Recepción y adecuación de las materias primas:** La grasa dorsal de cerdo (tocino) y la carne industrial de vacuno fueron adquiridas en el mercado local del municipio de Cereté, se utilizó carne industrial de res con una temperatura de 4 °C y un pH de 5,5. Los aguacates de la variedad criollo fueron obtenidos en la zona de los Montes de María, se seleccionaron teniendo en cuenta los criterios de calidad para la Categoría II establecidos en la Norma Técnica Colombiana 5209 (2003).
-  **Troceado y Pre-salado:** Las piezas seleccionadas, libre de tejidos conectivos fueron cortadas en trozos pequeños y pre-saladas al 2,5 % respecto al peso de la carne, igualmente la grasa dorsal de cerdo fue troceada.
-  **Molienda:** Los trozos pequeños de carne y de grasa dorsal de cerdo fueron molidos por separado, en un molino marca Javar con disco de 4,5 mm.
-  **Pesaje de ingredientes:** Se pesaron todos los ingredientes según las formulaciones de la Tabla 6.
-  **Cutteado:** Todos los ingrediente se incorporaron en un cutter marca Felsinea en el siguiente orden, primero: la carne industrial, hielo en escarcha, ajo, cebolla, comino, pimienta, nuez moscada y humo líquido, segundo: el polifosfato y condimento universal, tercero: hielo en escarcha y grasa, y por último el resto del hielo y el almidón de yuca. Se mezclaron finamente todos los ingredientes durante 4 minutos aproximadamente.
-  **Embutido:** Después de haber obtenido una mezcla homogénea los batidos fueron embutidos con una embutidora de marca Kramer, utilizando una funda (tripa) de colágeno calibre 28 mm; se amarraron en cadena, dejando porciones de 10 cm.
-  **Escaldado:** Las cadenas de embutidos fueron sometidas a un tratamiento térmico de escaldado en una marmita revestida con una chaqueta en acero inoxidable, hasta alcanzar la temperatura interna de 72 °C del producto, durante 30 min.
-  **Enfriamiento:** Se realizó un choque térmico en una ducha fría o baño de hielo y se dejó escurrir el producto.

✚ **Empacado y almacenamiento:** Se empaco al vacío para evitar pérdidas de humedad, posteriormente fueron almacenados a una temperatura de 4 °C.

3.5 ENSAYOS REALIZADOS A LAS EMULSIONES CÁRNICAS

Se desarrollaron siete ensayos en este estudio, caracterización fisicoquímica, perfil de textura, color instrumental, potencial de hidrógeno (pH), capacidad de retención de agua (CRA), estabilidad de la emulsión (EE) y análisis sensorial al producto final como se muestra en el Anexo B, por tres repeticiones en cada uno de los tratamientos.

3.5.1 Caracterización fisicoquímica de las emulsiones cárnicas

Se prepararon las muestras para las determinaciones fisicoquímicas según la NTC 5554, y caracterizaron según metodología AOAC (2005), descrita en el numeral 3.4.2.

3.5.2 Determinación del color

Se tomaron 3 muestras homogéneas por cada tratamiento, y se midió el color mediante el Colorímetro ColorFlex EZ a temperatura ambiente, atendiendo las recomendaciones de Osorio (2013). Los resultados obtenidos se expresaron de acuerdo al sistema CIE, determinando las siguientes coordenadas L^* , a^* y b^* .

3.5.3 Determinación del perfil de textura

La medición del análisis de perfil de textura (TPA) se determinó usando un analizador de textura TA-XT Plus, siguiendo la metodología propuesta por Lurueña et al. (2004), se tomaron muestras cilíndricas homogéneas de aproximadamente 2 cm de altura y 2,8 cm de diámetro, se comprimieron dos veces sucesivas hasta un 25% de su altura original con una placa de compresión de 75 mm de diámetro; con el fin de simular la masticación humana. Los análisis texturales se realizaron a temperatura ambiente. Obteniendo la curva fuerza/tiempo y con ella calcular los siguientes parámetros: adhesividad cohesividad, dureza, elasticidad, gomosidad y masticabilidad, mediante el uso del software Texture Exponent. Las condiciones del ensayo fueron los siguientes:

- Velocidad pre-ensayo: 1 mm/s
- Velocidad ensayo: 1 mm/s

- Velocidad pos-ensayo: 10 mm/s
- Distancia: 7 mm
- Tiempo: 5 s
- Fuerza: 5g-f

3.5.4 Determinación de capacidad de retención de agua (CRA)

Se determinó usando el método de compresión propuesto por Dzudie et al. (2005) y Méndez et al. (2015) con algunas modificaciones. Aproximadamente se colocó 0,6 g de la muestra entre dos papeles de filtro ubicados entre dos placas de plexigás que se sometió a una fuerza mecánica por medio de una prensa manual, sobre la cual se colocó a una fuerza perpendicular de 1 kg, durante 1 minuto. Debido a la fuerza ejercida sobre la muestra, los líquidos liberados se impregnaron en el papel, y se les consideró como el agua libre de la emulsión; la CRA se realizó por triplicado y se calculó mediante las Ecuaciones 2 y 3.

$$\% \text{ de agua libre} = ((I_w - F_w) / I_w) \times 100 \quad (2)$$

$$CRA = 100 - \% \text{ de agua libre} \quad (3)$$

Donde I_w es el peso inicial de la muestra y F_w es el peso final.

3.5.5 Determinación del potencial de hidrógeno (pH)

La determinación del pH se realizó según la metodología propuesta por Choi et al. (2009) usando un medidor de pH marca Oakton. Para lo cual se pesaron 5 gramos de muestra, se maceró y se mezcló con 20 mL de agua destilada en un vaso de precipitado, luego se introdujo el electrodo del potenciómetro (previamente calibrado) y se hizo la correspondiente lectura de pH para cada muestra.

3.5.6 Determinación de la estabilidad de la emulsión (EE)

La estabilidad de las emulsiones cárnicas, se determinó según la metodología de Haq et al. (1972), con algunas modificaciones propuestas por Ramos et al. (2007). Se tomaron 30 gramos de emulsión cárnica en una sola pieza de cada tratamiento, en un vaso de precipitado con 60 mL de agua, luego se colocó en un baño termostatzado a 70 °C durante 30 minutos. La estabilidad de la emulsión fue calculó a través de la ecuación 4:

$$EE_C = \frac{W_{cocido}}{W_{inicial}} \times 100 \quad (4)$$

3.5.7 Evaluación sensorial de las emulsiones cárnicas

Se realizó una prueba de aceptación sensorial con un panel no entrenado de 50 personas, con edades entre 17 y 25 años, de los cuales 15 fueron mujeres y 35 hombres, estudiantes de la Universidad de Córdoba sede Berástegui. Se evaluó el nivel de agrado generado por los atributos: olor, color, sabor y textura en los catadores, empleando una escala hedónica mixta estructurada de 9 puntos equivalente a los términos hedónicos 1: me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente (Ramírez 2012). La evaluación fue realizada en un lugar con buena iluminación, ventilada, libre de olores extraños. Las muestras fueron presentadas en rebanadas de 1,5 cm de largo y 2,8 de diámetro con un peso aproximado de 5 gramos, en un plato blanco desechable, identificadas con códigos de tres dígitos aleatorios. A cada panelista se le proporcionó las 5 muestras a la misma vez, junto con una galleta de soda y un vaso con agua, para limpiar la boca entre muestras (Utrilla et al. 2014), y se les suministró un formato de encuesta con el fin de realizar la evaluación sensorial (ver Anexo C).

3.5.8 Diseño experimental y análisis estadístico

En esta investigación se empleó una comparación de medias con un solo factor (Porcentaje de sustitución de grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate) y un control (100% grasa de cerdo). Los porcentajes de sustitución de las emulsiones se evaluaron en cuatro niveles o tratamientos, valorando cada uno de estos con tres repeticiones para un total de 15 unidades experimentales. Para el análisis de datos se empleó un análisis de varianza (ANOVA), en los casos en los que se observaron diferencias estadísticamente significativas se utilizó el test de Tukey ($p < 0,05$) para la comparación de medias. Todos los análisis estadísticos se procesaron utilizando el software Statgraphics Centurion XVI versión 16.0.07.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA PASTA DE AGUACATE

La composición fisicoquímica de la pasta de aguacate se determinó para conocer la cantidad de grasa que posee la variedad criollo (ver Tabla 7), al respecto Vaclavik (2002) indica que el aguacate es una fruta de un alto valor lipídico, con un 16 % de grasa, lo cual se asemeja con lo reportado en la base de datos de nutrientes del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA 2015) y por Cervantes (2007), con 14,66 y 15,32 %, respectivamente. En cambio el aguacate criollo de la Región de los Montes de María presenta un valor de 7,15 %, siendo este inferior a los anteriores; no obstante este porcentaje no difiere mucho del reportado para el aguacate criollo del Tolima (Acosta 2011) cuyo valor de grasa fue de 9,98 %, lo que confirma que la variedad de aguacate criollo o común en Colombia es de bajo contenido de grasa.

También se puede observar en la Tabla 7 que la humedad de la pasta de aguacate es de 82,34%, lo que difiere a los valores 74,12 y 73,23% reportados por Cervantes (2007) y por la USDA (2015) respectivamente, esta diferencia se debe quizás a la variedad evaluada, ya que los datos solo son referenciales y no indican la variedad analizada.

Tabla 7. Composición fisicoquímica de la pasta de aguacate-variedad criollo.

Composición % (p/p)	Cantidad*
Grasa	7,15± 0,17
Humedad	82,34± 0,42
Fibra cruda	4,56± 0,11
Proteína	1,26±0,03
Cenizas	1,42±0,02
Carbohidratos	3,27±0,09

*Los resultados corresponden a la media ± desviación estándar, sustentados en el Anexo D.

En lo que respecta al contenido de fibra del aguacate, la presente investigación permitió comprobar que el aguacate criollo posee un alto contenido de fibras (ver Tabla 7), lo que corrobora lo encontrado por Beltrán (2011), según el cual este posee aproximadamente un 3,9 % de fibras solubles e insolubles.

4.2 COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS EMULSIONES CÁRNICAS

Los resultados mostrados en la Tabla 8 indican que la humedad, grasa, proteína, fibra cruda y carbohidratos de los tratamientos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) respecto el control, sin embargo las cenizas no reflejan cambios significativos.

Tabla 8. Composición fisicoquímica de las emulsiones cárnicas (g/100g)*.

(**)	Control	T1	T2	T3	T4
Humedad	69,28 ^d ±0,12	69,40 ^{cd} ±0,14	69,64 ^c ±0,06	71,27 ^b ±0,04	71,56 ^a ±0,13
Cenizas	2,25 ^{ns} ±0,13	2,29 ^{ns} ±0,12	2,33 ^{ns} ±0,05	2,28 ^{ns} ±0,06	2,36 ^{ns} ±0,03
Grasa	9,69 ^a ±0,52	8,39 ^b ±0,08	7,66 ^c ±0,14	7,25 ^c ±0,20	5,38 ^d ±0,13
Proteína	11,62 ^a ±0,09	11,08 ^b ±0,09	10,59 ^c ±0,15	9,80 ^d ±0,05	9,63 ^d ±0,11
Fibra Cruda	0,19 ^b ±0,04	0,30 ^{ab} ±0,04	0,83 ^a ±0,47	0,34 ^{ab} ±0,02	0,48 ^{ab} ±0,02
Carbohidratos	6,98 ^c ±0,63	8,53 ^b ±0,13	8,93 ^b ±0,81	9,08 ^b ±0,18	10,59 ^a ±0,24

*Los resultados corresponden a la media ± desviación estándar, sustentados en el Anexo E.

**ns: no significativo, letras diferentes en una misma fila son significativamente diferentes ($p < 0,05$) en el test de Tukey.

Por su parte la humedad y la grasa de las emulsiones cárnicas con pasta de aguacate, cumplen con lo señalado por la Norma Técnica Colombiana 1325 (2008), que establece un porcentaje máximo para estos dos aspectos de 90 y 28% respectivamente. Sin embargo, los tratamientos T3 y T4 no cumplen con los requisitos de dicha norma para el contenido de proteínas, que exige un mínimo de 10%.

También se puede observar, que el contenido de grasa disminuye mientras que la humedad aumenta. Esto puede obedecer a que la pasta de aguacate de la variedad criollo aporta mayor humedad y menos grasa.

Además, el contenido de grasa se redujo un 44,48% en el tratamiento T4 respecto al contenido de grasa en el control, lo que muestra similitud con los resultados obtenidos por Rivera (2014) y Moreno y Maldonado (2015), quienes notaron reducciones de 36,19 y 21,68% respectivamente, al reemplazar parcialmente la grasa dorsal de cerdo por pasta

de aguacate y al sustituir totalmente la grasa dorsal de cerdo por aceite de aguacate, en productos cárnicos emulsionados.

4.3 COLOR Y TEXTURA INSTRUMENTAL

La Tabla 9 muestra las variaciones de las características color y textura de las emulsiones cárnicas calculadas por medios instrumentales.

Tabla 9. Color y textura instrumental de las emulsiones cárnicas^A.

	Control ^B	T1 ^B	T2 ^B	T3 ^B	T4 ^B
L*	52,59 ^a ±0,51	52,48 ^a ±0,56	51,73 ^a ±0,11	52,46 ^a ±0,28	50,29 ^b ±0,61
a*	11,92 ^{ns} ±0,15	12,17 ^{ns} ±0,35	11,94 ^{ns} ±0,17	11,73 ^{ns} ±0,41	12,33 ^{ns} ±0,13
b*	12,16 ^b ±0,21	12,21 ^b ±0,53	13,86 ^a ±0,35	14,12 ^a ±0,38	14,52 ^a ±0,23
Adhesividad (g.s)	-1,24 ^{ns} ±0,05	-1,87 ^{ns} ±1,33	-3,42 ^{ns} ±1,08	-2,70 ^{ns} ±0,19	-2,17 ^{ns} ±0,37
Cohesividad ^c	0,88 ^a ±0,01	0,88 ^{ab} ±0,0	0,87 ^b ±0,0	0,87 ^{ab} ±0,01	0,87 ^{ab} ±0,01
Dureza (g)	4,21 ^{ns} ±0,34	3,96 ^{ns} ±0,36	4,04 ^{ns} ±0,16	4,01 ^{ns} ±0,39	4,11 ^{ns} ±0,39
Elasticidad ^c	0,96 ^a ±0,01	0,96 ^a ±0,02	0,93 ^b ±0,01	0,94 ^{ab} ±0,00	0,94 ^{ab} ±0,02
Gomosidad (g)	3,71 ^{ns} ±0,31	3,49 ^{ns} ±0,3	3,5 ^{ns} ±0,13	3,50 ^{ns} ±0,34	3,33 ^{ns} ±0,64
Masticabilidad (g)	3,57 ^{ns} ±0,28	3,36 ^{ns} ±0,34	3,26 ^{ns} ±0,09	3,29 ^{ns} ±0,33	3,0 ^{ns} ±0,74

^A Los resultados corresponden a la media ± desviación estándar, sustentada en el Anexo F.

^B ns: no significativo, las letras diferentes en una misma fila son significativamente diferentes (p<0,05) en el test de Tukey.

^C Adimensionales.

En cuanto al color, la sustitución total de la grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate provocó un efecto significativo (p<0,05) sobre la luminosidad (L*) de las emulsiones, encontrando que en el tratamiento T4 fue menor que en el control y los demás tratamientos, lo cual podría deberse a las reacciones de oscurecimiento provocadas principalmente por la actividad de la fenolasa (enzima presente en la pasta de la aguacate) durante el procesamiento. Resultados similares encontraron Rueda-Lugo et al. (2006) al sustituir la grasa animal por pasta de aguacate en productos cárnicos.

Sin embargo, la coordenada a* no presentó diferencias estadísticamente significativas (p>0,05), esto se debe principalmente a que la tendencia al rojo se ve influenciada en mayor medida por la presencia del pigmento mioglobina proveniente de la proteína cárnica, que se mantiene constante en todos los tratamientos (Ayo 2007). Por su parte, la coordenada b* en el tratamiento T1 no presentó cambios respecto al control, mientras que en los tratamientos T2, T3, T4 si sufrió cambios significativos respecto al control. Esto quizás se debe a componentes naturales de la pulpa de aguacate como la luteína y la

zeaxantina, que contribuyen a los colores amarillo y verde propios de este fruto (Heber y Bowerman 2001), lo cual se puede comparar con lo reportado por Rodríguez et al. (2012) quienes obtuvieron resultados similares en un estudio dedicado a evaluar el efecto de la sustitución de grasa dorsal de cerdo por aceite de aguacate en un producto cárnico, donde el valor de b^* aumentó significativamente con la adición del aceite de aguacate.

Por otro lado, la sustitución de la grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate no causó efectos estadísticamente significativos ($p>0,05$) sobre la adhesividad, la dureza, gomosidad y masticabilidad de las emulsiones cárnicas, en cambio la cohesividad presenta diferencias significativas entre T2 y el control. Así mismo, la elasticidad en los tratamientos T1, T3 y T4 no difiere del control, pero si difiere de T2.

Retomando lo concerniente a la adhesividad, los valores negativos observados en la Tabla 9, indican que la textura de los tratamientos y el control es adhesiva o pegajosa, lo que implica que cuando sea consumido, este se adhiera al paladar, lo que conlleva necesariamente a realizar un trabajo para retirarlo (Jridi et al. 2015).

4.4 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA), pH y ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN (EE)

Como se puede observar en la Tabla 10, la CRA presentó diferencias significativas ($p<0,05$) entre el control y el tratamiento T4, esto posiblemente se debe al contenido de fibras que posee la pasta de aguacate, ya que estas tienen la propiedad de retener el agua, que es especialmente relevante para mantener la emulsiones más voluminosas y más blandas. A este respecto, Jiménez-Colmenero et al. (2005) encontraron un comportamiento similar al sustituir la grasa dorsal de cerdo por aceite de oliva en un producto cárnico emulsionado utilizando una fibra insoluble de trigo. Así mismo, Vural et al. (2004) observaron un aumento de la CRA en un producto cárnico emulsionado al sustituir la grasa por aceites vegetales interesterificados y fibra de remolacha azucarera.

Tabla 10. Resultados de CRA, pH y EE de las emulsiones cárnicas*.

Tratamientos	CRA**	pH**	EE***
Control	63,93 ^b ±0,69	6,14 ^c ±0,01	98,9 ^{ns} ±0,06
T1	66,84 ^b ±3,73	6,17 ^{bc} ±0,02	98,4 ^{ns} ±0,16
T2	67,33 ^{ab} ±1,03	6,21 ^{ab} ±0,03	98,6 ^{ns} ±1,77
T3	69,13 ^{ab} ±3,51	6,22 ^a ±0,01	98,3 ^{ns} ±1,99
T4	73,33 ^a ±0,55	6,24 ^a ±0,01	99,3 ^{ns} ±0,63

*Letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes ($p < 0,05$) por el test de Tukey.

**Los resultados corresponden a la media \pm desviación estándar, respaldada en el Anexo G.

***ns: no significativo.

De igual manera, la Tabla 10 muestra que a medida que el pH aumenta la CRA también aumenta, esto quizás se debe a que la solubilidad de las proteínas se incrementa cuando los valores del pH están por encima del punto isoelectrico de las proteínas (Totosaus 2007). Además, el pH incrementó con el aumento del porcentaje de la pasta de aguacate, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el control y los tratamientos T2, T3 y T4. Al comparar estos resultados con los obtenidos por Choi et al. (2009) se observa cierta similitud, a pesar que estos utilizaron aceite vegetal y fibra de salvado de arroz para producir salchichas bajas en grasa.

En lo que respecta a la estabilidad de la emulsión, los resultados obtenidos sugieren que la incorporación de la pasta de aguacate en la emulsión cárnica no constituye un factor limitante de la estabilidad del sistema gel/emulsión, puesto que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos y el control, es decir que la adición de la pasta de aguacate no afectó la interacción de los glóbulos de grasa con las proteínas miofibrilares de la carne. Estos resultados se hallan en el rango establecido por Ramos et al. (2007) para una salchicha convencional de carne vacuna con grasa dorsal de cerdo (98 al 99,2%), lo que representa un resultado positivo para esta investigación, pues estudios anteriores han planteado que un producto cárnico de buena estabilidad térmica no debe perder más de 10% de su peso durante la cocción (Pérez y Venegas 2009).

4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

Los resultados mostrados en la Tabla 11 evidencian que las emulsiones cárnicas tratadas con pasta de aguacate no sufrieron cambios estadísticamente significativos ($p>0,05$) en el color y olor respecto al control, lo que está acorde con los resultados obtenidos por Rivera (2014) y Moreno y Maldonado (2015), quienes sustituyeron parcialmente la grasa dorsal de cerdo por aceite y pasta de aguacate respectivamente, obteniendo un comportamiento similar y con valores que se encuentran entre 5 (“No me gusta ni me disgusta”) y 7 (“Me gusta moderadamente”) en la escala hedónica de 9 puntos.

Tabla 11. Análisis sensorial por atributos de las emulsiones cárnicas*.

Tratamientos**	Atributos			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Control	6,24 ^{ns} ±1,30	6,50 ^{ns} ±1,33	6,54 ^a ±1,47	6,22 ^a ±1,99
T1	6,0 ^{ns} ±1,48	6,18 ^{ns} ±1,38	6,20 ^a ±1,56	6,22 ^a ±1,70
T2	5,92 ^{ns} ±1,34	5,98 ^{ns} ±1,39	5,74 ^a ±1,91	6,18 ^a ±1,29
T3	6,14 ^{ns} ±1,47	6,24 ^{ns} ±1,53	5,72 ^a ±1,96	6,18 ^a ±1,70
T4	6,2 ^{ns} ±1,48	6,54 ^{ns} ±1,55	3,86 ^b ±2,19	4,38 ^b ±1,99

*ns: no significativo, letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes ($p<0,05$) por el test de Tukey.

**Cada valor es el promedio ± la Desviación Estándar de los resultados obtenidos, n=50 (ver Anexo H).

Analizando los valores de los atributos de sabor y textura, se observó que el tratamiento T4 presentó diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) respecto al control y los demás tratamientos. Lo anterior pudo obedecer a que en este tratamiento se usó una mayor cantidad de pasta de aguacate y al ser sometido al tratamiento térmico pudo causar efectos negativos y por tanto generar cambios irreversibles en las características sensoriales, asociado a la generación de sabores amargos. A este respecto, Covarrubias (1984) como se citó en Ortiz et al. (2003) sugiere que el tratamiento térmico al cual se someta la pasta de aguacate, no sea muy severo, pues esto puede inducir sabores amargos, por lo que recomienda que este sea de 75° C y por corto tiempo (no especifica cuanto tiempo). Por su parte, Rueda-Lugo et al. (2006), Rivera (2014) y Moreno y Maldonado (2015) encontraron valores superiores a 5 (“No me gusta ni me disgusta”) en la escala hedónica, lo cual difiere de los resultados obtenidos, debiéndose tal vez a la preparación que le hicieron a la pasta de aguacate antes de incorporarla a la emulsión cárnica.

5. CONCLUSIONES

Los resultados del análisis fisicoquímico de la pasta de aguacate (variedad criollo) de la Región de los Montes de María difieren de los ya reportados para el aguacate de otras variedades, presentado este mayor contenido de agua (82,34 %) y menor contenido de grasa (7,15 %).

La composición fisicoquímica de las emulsiones cárnicas indica que la sustitución total de grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate (T4) reduce el contenido de grasa en un 44,48% respecto al control. Por su parte, la pasta de aguacate se puede utilizar como sustituto parcial de la grasa dorsal de cerdo en emulsiones cárnicas en un porcentaje máximo del 50% para que cumpla con los parámetros de composición establecidos por la Norma Técnica Colombiana 1325 de 2008, para este tipo de productos cárnicos.

El color instrumental muestra que la Luminosidad (L^*) en el tratamiento T4 es menor que en el control. Por su parte, la coordenada b^* de los tratamientos con mayor contenido de pasta de aguacate (T2, T3 y T4) presenta diferencias significativas respecto al control. Sin embargo, la coordenada a^* no evidencio diferencias entre los tratamientos y el control.

El análisis de perfil de textura (TPA), permite establecer que la adhesividad, dureza, gomosidad y masticabilidad de las emulsiones cárnicas con pasta de aguacate son iguales al control. Además, los valores negativos obtenidos para la adhesividad indican que las emulsiones cárnicas son propensas a adherirse al paladar del consumidor, lo que conlleva a que este deba realizar un trabajo para retirarlo.

Los resultados del análisis sensorial reflejan que los atributos color y olor fueron aceptados por los catadores (con calificación entre “No me gusta ni me disgusta” y “Me gusta moderadamente” en la escala hedónica); sin embargo al sustituir totalmente la grasa dorsal de cerdo por pasta de aguacate, los atributos sabor y textura obtuvieron calificaciones entre los términos hedónicos “Me disgusta moderadamente” y “No me gusta ni me disgusta”, lo que indica que estos no tuvieron buena aceptación.

6. RECOMENDACIONES

Realizar un tratamiento previo (pulverización, extracción del aceite) a la pasta de aguacate antes de adicionarla a la mezcla de la emulsión cárnica.

Determinar el perfil lipídico del producto final, para comprobar la cantidad y calidad de ácidos grasos presentes y poder demostrar la reducción de estos.

Realizar un estudio de la vida útil de las emulsiones cárnicas tratadas con pasta de aguacate.

7. BIBLIOGRAFÍA

A.O.A.C. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Methods of Analytical Chemists. 18th Ed. Nielsen. Nueva York, USA.

Acosta, M. 2011. Evaluación y escalamiento del proceso de extracción de aceite de aguacate utilizando tratamiento enzimático. Tesis Magister en Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Amaya, E., Tarkus, R. y Dominguez, M. 2008. Extracción y caracterización cinética de la enzima polifenoloxidasa del aguacate. Revista de la Facultad de Ingeniería Química 47:10-16.

Amórtegui, I. 2001. El cultivo del aguacate. Módulo Educativo para el Desarrollo Tecnológico de vvla Comunidad Rural. El Poirá Editores e Impresiones S.A. Ibagué, p17.

Anzaldúa, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España), p27-29.

Ariza 2010. Estudio del efecto del campo eléctrico sobre la isomería de los ácidos grasos del aguacate. Tesis Doctoral de Tecnología Avanzada. Instituto Politécnico Nacional Tepelita de Lardizábal, Talxcale.

Ayo, M. 2007. Desarrollo y estudio de emulsiones cárnicas potencialmente funcionales mediante la incorporación de nuez. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Instituto del Frío de Madrid (CSIC), Madrid.

Bello, J. 2000. Ciencia Bromatológica: Principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid- España p195-198.

Beltrán, N. 2011. Elaboración de salchicha tipo Frankfurt con alto contenido de fibra. Tesis: Tecnología en Alimentos. Escuela de Ingeniería de Alimentos, Cuenca-Ecuador

Cervantes, M. 2007. Catálogo de propiedades nutrimentales, nutraceuticas y medicinales del aguacate. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla p 7-9.

Chen, L. y Linus, U. 2013. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods - A review. Journal of Food Engineering 119: 497-507.

Choi, Y., Choi, J., Han, D., Kim, H., Lee, M., Kim, H., Jeong, J. y Kim, C. 2009. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. Meat Science 89: 266-271.

Córdova, K. y Martínez, H. 2015. Beneficios a la salud del aceite de aguacate, (en línea)<http://www.sabermas.umich.mx/archivo/secciones-antiores/articulos/68-numero-9/138-beneficios-a-la-salud-del-aceite-de-aguacate.html>. Acceso: 09 Febrero (2016).

Covarrubias, G. 1984. Comportamiento de la pulpa de aguacate (*Persea americana* Mill) var. Hass ante diferentes aditivos y variación de temperatura. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Cury, K., Martínez, A., Aguas, Y. y Olivero, R. 2011. Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. Revista Colombiana Ciencia Animal 3(2):275-279.

Dzudie, T., Scher, J., Tchiégang, C. y Hardy, J. 2005. Effect of fat sources on the physico-chemical nutritional and textural properties of beef sausages. Journal of Food Technology 3(2): 220-225.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 1982. El cultivo del aguacate. Tercera Edición. Litocenco Ltda. Cali-Colombia p17-19.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics division (FAOSTAT) 2015. (en línea). http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/S Acceso: 27 septiembre (2015).

Gómez, C. 2010. Caracterización del sistema de producción de aguacate en las cuencas altas de la presa de Sabana Yegua, Azua, República Dominicana. Tesis Ingeniero en Administración de Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Haq, A., Webb, N., Whittfield, J. y Morrinson, G. 1972. Development of prototype sausage emulsions preparation system. *Journal of Food Science* 37: 480-484.

Heber, D. y Bowerman, S. 2001. Applying science to changing dietary patterns. *The Journal of Nutrition* 131(11 Suppl): 3078S-3081S.

Jiménez-Colmenero, F., Ayo, M. y Carballo, J. 2005. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. *Meat Science* 69: 781–788.

Jridi, M., Abdelhedi, O., Souissi, N., Kammoun, M., Nasri, M. y Ali, M. 2015. Improvement of the physicochemical, textural and sensory properties of meat sausage by edible cuttlefish gelatin addition. *Food Bioscience* 12: 67–72.

Korifi, R., Le Dréau, Y., Antinelli, J., Valls, R. y Dupuy, N. 2013. CIEL^{*}*a*^{*}*b*^{*} color space predictive models for colorimetry devices—Analysis of perfume quality. *Talanta* 104: 58–66.

Lara, N. y Lescano, G. 2004. Textura de Alimentos. Medida instrumental y aplicaciones. Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA). Quito, Ecuador p2-3.

Lurueña, M., Vivar, A. y Revilla, I. 2004. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters *Meat Science* 68: 383-389.

Méndez, G., García, J., Santellano, E., Chávez, A. Durán, L., Silva, R. y Quintero A. 2015. Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. Food Science and Technology 35(1): 25-31.

Moreno, A. y Maldonado, P. 2015. Efecto de la sustitución de grasa dorsal de cerdo por aceite de aguacate en la calidad de salchichas de pollo tipo suiza. Enfoque UTE 6(1): 55-70.

Noriega, L. 2015. Colombia desarrolla el uso de aguacate en polvo para alimentos y cosméticos, (en línea) <http://colombia-inn.com.co/colombia-desarrolla-el-uso-de-aguacate-en-polvo-para-alimentos-y-cosmeticos/>. Acceso: 09 Febrero (2016).

NTC, 1325, Norma técnica Colombiana sobre productos cárnicos procesados no enlatados, 1-38, Bogotá, Colombia (2008).

NTC, 5209, Norma técnica Colombiana sobre frutas frescas, aguacate, variedades mejoradas y especificaciones, 1-26, Bogotá, Colombia (2003).

NTC, 5554, Norma técnica Colombiana sobre carnes y productos cárnicos, preparación de la muestra y especificaciones, 1-7, Bogotá, Colombia (2007).

Observatorio Nacional de Salud, 2013. Enfermedad cardiovascular: principal causa de muerte en Colombia. Boletín No. 1. Bogotá D.C. – Colombia.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2015. Healthy diet. Fact sheet N° 394, (en línea). <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/en/>. Acceso: 20 Octubre (2015).

Ortiz, A., Mora, R., Santiago, T. y Dorantes, L. 2003. Obtención de una pasta de aguacate mediante tratamiento térmico. Actas V Cong. Mundial del Aguacate p761-768.

Osorio, G. 2013. Evaluación del efecto de dos niveles de pH en la capacidad antioxidante de la semilla de aguacate criollo (*Persea americana Mill*) Tesis: Ingeniero en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras.

Pacheco, W., Restrepo, D. y Sepúlveda, J. 2011. Revisión: Uso de ingredientes no cárnicos como reemplazantes de grasa en derivados cárnicos. Fac. Nal. Agr. Medellín 64(2): 6257-6264.

Pérez, D. y Venegas, O. 2009. Sustitución parcial de la grasa de cerdo por grasas de palma en una pasta fina cárnica modelo. Ciencia y tecnología de alimentos 19(1): 52-55.

Ramírez, J. 2012. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Reciteia 12(1): 83-102.

Ramos, N., Farías, M., Almada, C. y Crivaro, N. 2007. Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificante. Scielo Información Tecnológica 15(4): 4-7.

Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (Agronet) 2015. (en línea). <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%C3%ADsticas.aspx>. Acceso: febrero 20 (2015).

Restrepo, D., Arango, C., Amezquita, A. y Restrepo, R. 2001. Industria de carnes. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín p43-48.

Rivera I. 2012. Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. Nacameh 6(1): 1-14.

Rivera, L. 2014. Reemplazo de grasa dorsal por pasta de aguacate en la elaboración de un embutido escaldado (salchicha). Tesis: Ingeniero de Alimentos Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.

Rodríguez, J., Dorcuende, D. y Estévez, M. 2012. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. Meat Science 90: 106-115.

Rubio, M. 2002. Enfermedad cardiovascular y grasas: “amigo o villano”. Endocrinología y Nutrición 49(5): 145-167.

Rueda-Lugo, U., González-Tenorio, R. y Totosaús, A. 2006. Sustitución de lardo por grasa vegetal en salchichas: incorporación de pasta de aguacate. Efecto de la inhibición

del oscurecimiento enzimático sobre el color. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26(2): 441-445.

Rueda-Lugo, U., González-Tenorio, R. y Totosa, A. 2007. Cambios de color en salchichas de cerdo utilizando grasa vegetal (pasta de aguacate) como sustituto de grasa animal. *Memorias del VIII congreso nacional de ciencia de los alimentos y IV foro de ciencia y tecnología de alimentos.*

Sánchez, I. y Albarracín, W. 2010. Análisis sensorial en carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 23(2): 227-239.

Sandoval, A., Forero, F. y García, J. 2010. Postcosecha y transformación de aguacate: Agroindustria Rural Innovadora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) Colombia, p105.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Monografía de cultivos, aguacate, (en línea) www.sagarpa.gob.mx. Acceso: 25 febrero (2015).

Thebaudin, J., Lefebvre, A., Harrington, M. y Bourgeois, C. 1997. Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology* 8: 41- 48.

Torricella, R., Zamora, E. y Pulido, H. 2007. Evaluación sensorial: Aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. 2a edición. Editorial Universitaria. La Habana, p131.

Totosa, A. 2007. Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio. *Nacameh* 1(1): 53-56.

United States Department of Agriculture (USDA) 2015. Agricultural Research Service. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. (en línea) <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2156?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=avocado>. Acceso: 01 octubre (2015).

Utrilla, M, García, A. y Soriano, A. 2014. Effect of partial reduction of pork meat on the physicochemical and sensory quality of dry ripened sausages: Development of a healthy venison salchichon. *Meat Science* 4(98): 785–790.

Vaclavik, V. 2002. Fundamentos de ciencia de los alimentos. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza (España), 189-190.

Venegas, O. y Pérez, D. 2006. Pastas finas cárnicas, (en línea) http://www.ecured.cu/index.php/Emulsi%C3%B3n_c%C3%A1rnica. Acceso: 05 de Octubre (2015).

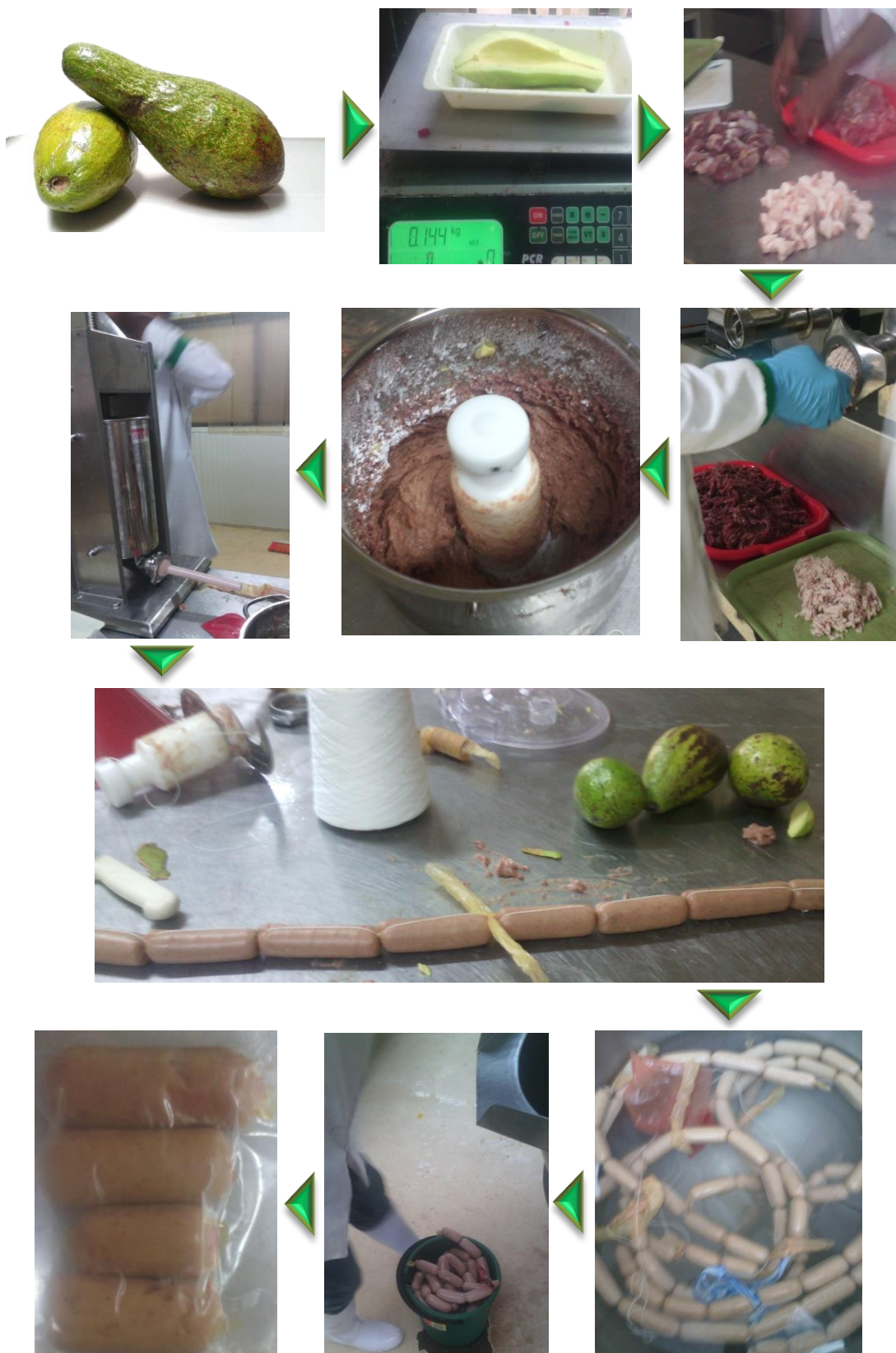
Vural, H., Javidipour, I. y Ozbas, O. 2004. Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science* 67: 65–72.

Warner, R. 2014. Measurement of meat quality, measurements of water-holding capacity and color: objective and subjective. *Encyclopedia of Meat Sciences* (Second Edition), p164-171.

Yabrudy, J. 2012. El aguacate en Colombia: estudio de caso de los Montes de María, en el Caribe colombiano. Publicación del Banco de la República–Sucursal Cartagena, p4.

ANEXOS

Anexo A. Ilustraciones del proceso de elaboración de las emulsiones cárnicas.

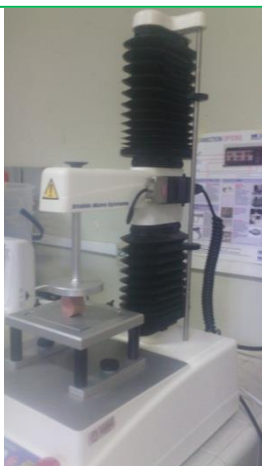


Anexo B. Ilustraciones de los ensayos realizados a las emulsiones cárnicas

Caracterización del aguacate y de las emulsiones cárnicas



Medida del perfil de textura



Medida de color



Medida de pH



Medida de la Capacidad de retención de agua



Medida de Estabilidad de la emulsión



Prueba de aceptación sensorial



Anexo C. Formato para la prueba de aceptación de las emulsiones cárnicas.

Nombre: _____ Fecha: 22 /06/2015

Instrucciones:

1. Frente a usted se presentan cinco muestras de salchichas. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha.
2. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.
3. Entre cada muestra enjuagar su paladar mediante el consumo de galleta de soda y agua que se le proporciona.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
131				
689				
223				
810				
581				

Comentarios: _____

Anexo D. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza de la composición fisicoquímica de la pasta de aguacate.

• Resumen Estadístico para Grasa.

Recuento	3
Promedio	7,14667
Desviación Estándar	0,168028
Coeficiente de Variación	2,35113%
Mínimo	7,0
Máximo	7,33
Rango	0,33

• Resumen Estadístico para Proteína.

Recuento	3
Promedio	1,26
Desviación Estándar	0,0264575
Coeficiente de Variación	2,0998%
Mínimo	1,24
Máximo	1,29
Rango	0,05

• Resumen Estadístico para Humedad.

Recuento	3
Promedio	82,3433
Desviación Estándar	0,416813
Coeficiente de Variación	0,50619%
Mínimo	81,89
Máximo	82,71
Rango	0,82

• Resumen Estadístico para Cenizas.

Recuento	3
Promedio	1,42
Desviación Estándar	0,0173205
Coeficiente de Variación	1,21975%
Mínimo	1,41
Máximo	1,44
Rango	0,03

• Resumen Estadístico para Fibra Cruda.

Recuento	3
Promedio	4,56
Desviación Estándar	0,111355
Coeficiente de Variación	2,442%
Mínimo	4,46
Máximo	4,6/
Rango	0,22

• Resumen Estadístico para Carbohidratos.

Recuento	3
Promedio	3,27
Desviación Estándar	0,0953939
Coeficiente de Variación	2,91725%
Mínimo	3,18
Máximo	3,37
Rango	0,19

Anexo E. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) para el análisis bromatológico de las emulsiones cárnicas.

Resumen Estadístico para Humedad.

Tratamientos	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Control	3	69,28	0,122882	0,17737%	69,14	69,37	0,23
T1	3	69,4	0,141774	0,204286%	69,29	69,56	0,27
T2	3	69,6433	0,0550757	0,0790825%	69,58	69,68	0,1
T3	3	71,2667	0,0378594	0,0531236%	71,24	71,31	0,07
T4	3	71,5567	0,125831	0,175847%	71,44	71,69	0,25
Total	15	70,2293	1,01496	1,4452%	69,14	71,69	2,55

Tabla ANOVA para Humedad por Tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	14,3109	4	3,57772	322,32	0,0000
Intra grupos	0,111	10	0,0111		
Total (Corr.)	14,4219	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	69,28	X
T1	3	69,4	XX
T2	3	69,6433	X
T3	3	71,2667	X
T4	3	71,5567	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Control - T1		-0,12	0,283134
Control - T2	*	-0,363333	0,283134
Control - T3	*	-1,98667	0,283134
Control - T4	*	-2,27667	0,283134
T1 - T2		-0,243333	0,283134
T1 - T3	*	-1,86667	0,283134
T1 - T4	*	-2,15667	0,283134
T2 - T3	*	-1,62333	0,283134
T2 - T4	*	-1,91333	0,283134
T3 - T4	*	-0,29	0,283134

* indica una diferencia significativa.

Resumen Estadístico para Ceniza.

Tratamientos	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Control	3	2,25	0,132288	5,87945%	2,15	2,4	0,25
T1	3	2,28667	0,119304	5,21736%	2,19	2,42	0,23
T2	3	2,33	0,0458258	1,96677%	2,29	2,38	0,09
T3	3	2,27667	0,057735	2,53595%	2,21	2,31	0,1
T4	3	2,36333	0,0251661	1,06486%	2,34	2,39	0,05
Total	15	2,30133	0,0845042	3,67197%	2,15	2,42	0,27

Tabla ANOVA para Ceniza por Tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0243733	4	0,00609333	0,81	0,5487
Intra grupos	0,0756	10	0,00756		
Total (Corr.)	0,0999733	14			

Resumen Estadístico para Grasa.

Tratamientos	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Control	3	9,69	0,518845	5,35444%	9,11	10,11	1,0
T1	3	8,39333	0,0750555	0,894228%	8,32	8,47	0,15
T2	3	7,66333	0,135031	1,76204%	7,53	7,8	0,27
T3	3	7,24667	0,197315	2,72284%	7,02	7,38	0,36
T4	3	5,38333	0,132035	2,45267%	5,24	5,5	0,26
Total	15	7,67533	1,48164	19,3039%	5,24	10,11	4,87

Tabla ANOVA para Grasa por Tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	30,0347	4	7,50868	107,44	0,0000
Intra grupos	0,698867	10	0,0698867		
Total (Corr.)	30,7336	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	5,38333	X
T3	3	7,24667	X
T2	3	7,66333	X
T1	3	8,39333	X
Control	3	9,69	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Control - T1	*	1,29667	0,710441
Control - T2	*	2,02667	0,710441
Control - T3	*	2,44333	0,710441
Control - T4	*	4,30667	0,710441
T1 - T2	*	0,73	0,710441
T1 - T3	*	1,14667	0,710441
T1 - T4	*	3,01	0,710441
T2 - T3		0,416667	0,710441
T2 - T4	*	2,28	0,710441
T3 - T4	*	1,86333	0,710441

* indica una diferencia significativa.

Resumen Estadístico para Proteína.

Tratamientos	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Control	3	11,6167	0,0896289	0,771554%	11,56	11,72	0,16
T1	3	11,0833	0,0896289	0,808681%	10,98	11,14	0,16
T2	3	10,5933	0,149778	1,41389%	10,47	10,76	0,29
T3	3	9,79667	0,0450925	0,460284%	9,75	9,84	0,09
T4	3	9,63	0,11	1,14226%	9,52	9,74	0,22
Total	15	10,544	0,784618	7,44137%	9,52	11,72	2,2

Tabla ANOVA para Proteína por Tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,51349	4	2,12837	202,19	0,0000
Intra grupos	0,105267	10	0,0105267		
Total (Corr.)	8,61876	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	9,63	X
T3	3	9,79667	X
T2	3	10,5933	X
T1	3	11,0833	X
Control	3	11,6167	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Control - T1	*	0,533333	0,275725
Control - T2	*	1,02333	0,275725
Control - T3	*	1,82	0,275725
Control - T4	*	1,98667	0,275725
T1 - T2	*	0,49	0,275725
T1 - T3	*	1,28667	0,275725
T1 - T4	*	1,45333	0,275725
T2 - T3	*	0,796667	0,275725
T2 - T4	*	0,963333	0,275725
T3 - T4		0,166667	0,275725

* indica una diferencia significativa.

Resumen Estadístico para Fibra Bruta.

Formulaciones	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Control	3	0,19	0,043589	22,9416%	0,16	0,24	0,08
T1	3	0,303333	0,0416333	13,7253%	0,27	0,35	0,08
T2	3	0,83	0,470319	56,6649%	0,29	1,15	0,86
T3	3	0,343333	0,0378594	11,027%	0,3	0,37	0,07
T4	3	0,48	0,02	4,16667%	0,46	0,5	0,04
Total	15	0,429333	0,290848	67,744%	0,16	1,15	0,99

Tabla ANOVA para Fibra Bruta por Tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,73096	4	0,18274	4,03	0,0336
Intra grupos	0,453333	10	0,0453333		
Total (Corr.)	1,18429	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra Bruta por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	0,19	X
T1	3	0,303333	XX
T3	3	0,343333	XX
T4	3	0,48	XX
T2	3	0,83	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Control - T1		-0,113333	0,572189
Control - T2	*	-0,64	0,572189
Control - T3		-0,153333	0,572189
Control - T4		-0,29	0,572189
T1 - T2		-0,526667	0,572189
T1 - T3		-0,04	0,572189
T1 - T4		-0,176667	0,572189
T2 - T3		0,486667	0,572189
T2 - T4		0,35	0,572189
T3 - T4		-0,136667	0,572189

* indica una diferencia significativa.

Resumen Estadístico para Carbohidratos.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	6,97667	0,633114	9,07473%	6,41	7,66	1,25
T1	3	8,53333	0,133167	1,56055%	8,42	8,68	0,26
T2	3	8,93333	0,807857	9,04318%	8,29	9,84	1,55
T3	3	9,07667	0,175594	1,93457%	8,91	9,26	0,35
T4	3	10,59	0,23516	2,22058%	10,36	10,83	0,47
Total	15	8,822	1,26462	14,3348%	6,41	10,83	4,42

Tabla ANOVA para Carbohidratos por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	20,075	4	5,01874	21,68	0,0001
Intra grupos	2,31467	10	0,231467		
Total (Corr.)	22,3896	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Carbohidratos por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Control	3	6,97667	X
T1	3	8,53333	X
T2	3	8,93333	X
T3	3	9,07667	X
T4	3	10,59	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - T1	*	-1,55667	1,29293
Control - T2	*	-1,95667	1,29293
Control - T3	*	-2,1	1,29293
Control - T4	*	-3,61333	1,29293
T1 - T2		-0,4	1,29293
T1 - T3		-0,543333	1,29293
T1 - T4	*	-2,05667	1,29293
T2 - T3		-0,143333	1,29293
T2 - T4	*	-1,65667	1,29293
T3 - T4	*	-1,51333	1,29293

* indica una diferencia significativa.

Anexo F. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) para el color y textura instrumental de las emulsiones cárnicas

• **PARÁMETROS DE COLOR**

Resumen Estadístico para L*.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	52,5933	0,50856	0,966967%	52,02	52,99	0,97
T1	3	52,48	0,564269	1,07521%	51,96	53,08	1,12
T2	3	51,7333	0,109697	0,212042%	51,61	51,82	0,21
T3	3	52,4633	0,280238	0,53416%	52,15	52,69	0,54
T4	3	50,2	0,607536	1,21023%	49,81	50,9	1,09
Total	15	51,894	1,00817	1,94274%	49,81	53,08	3,27

Tabla ANOVA para L*por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	12,1562	4	3,03904	14,66	0,0003
Intra grupos	2,0734	10	0,20734		
Total (Corr.)	14,2296	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para L* por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	3	50,2	X
T2	3	51,7333	X
T3	3	52,4633	X
T1	3	52,48	X
Control	3	52,5933	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - T1		0,113333	1,22369
Control - T2		0,86	1,22369
Control - T3		0,13	1,22369
Control - T4	*	2,39333	1,22369
T1 - T2		0,746667	1,22369
T1 - T3		0,0166667	1,22369
T1 - T4	*	2,28	1,22369
T2 - T3		-0,73	1,22369
T2 - T4	*	1,53333	1,22369
T3 - T4	*	2,26333	1,22369

* indica una diferencia significativa.

Resumen Estadístico para a*.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	11,9233	0,151767	1,27286%	11,76	12,06	0,3
T1	3	12,17	0,345977	2,84287%	11,78	12,44	0,66
T2	3	11,94	0,165227	1,38381%	11,83	12,13	0,3
T3	3	11,73	0,407308	3,47236%	11,26	11,98	0,72
T4	3	12,3267	0,128582	1,04312%	12,18	12,42	0,24
Total	15	12,018	0,310994	2,58773%	11,26	12,44	1,18

Tabla ANOVA para a* por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,649107	4	0,162277	2,30	0,1299
Intra grupos	0,704933	10	0,0704933		
Total (Corr.)	1,35404	14			

Resumen Estadístico para b*.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	12,1567	0,205264	1,68849%	11,93	12,33	0,4
T1	3	12,2133	0,533135	4,36519%	11,65	12,71	1,06
T2	3	13,86	0,345977	2,49623%	13,53	14,22	0,69
T3	3	14,1167	0,377403	2,67346%	13,86	14,55	0,69
T4	3	14,52	0,23	1,58402%	14,29	14,75	0,46
Total	15	13,3733	1,07149	8,0121%	11,65	14,75	3,1

Tabla ANOVA para b* por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	14,7903	4	3,69758	28,82	0,0000
Intra grupos	1,2828	10	0,12828		
Total (Corr.)	16,0731	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para b* por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Control	3	12,1567	X
T1	3	12,2133	X
T2	3	13,86	X
T3	3	14,1167	X
T4	3	14,52	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - T1		-0,0566667	0,962522
Control - T2	*	-1,70333	0,962522
Control - T3	*	-1,96	0,962522
Control - T4	*	-2,36333	0,962522
T1 - T2	*	-1,64667	0,962522
T1 - T3	*	-1,90333	0,962522
T1 - T4	*	-2,30667	0,962522
T2 - T3		-0,256667	0,962522
T2 - T4		-0,66	0,962522
T3 - T4		-0,403333	0,962522

* indica una diferencia significativa.

• PARÁMETROS DE TEXTURA

Resumen Estadístico para Adhesividad.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	-1,242	0,0524214	-4,22072%	-1,286	-1,184	0,102
T1	3	-1,873	1,32923	-70,9679%	-3,364	-0,812	2,552
T2	3	-3,42233	1,08246	-31,6293%	-4,101	-2,174	1,927
T3	3	-2,704	0,190843	-7,0578%	-2,913	-2,539	0,374
T4	3	-2,17	0,366628	-16,8953%	-2,586	-1,894	0,692
Total	15	-2,28227	1,01573	-44,5053%	-4,101	-0,812	3,289

Tabla ANOVA para Adhesividad por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	8,21961	4	2,0549	3,30	0,0571
Intra grupos	6,22432	10	0,622432		
Total (Corr.)	14,4439	14			

Resumen Estadístico para Cohesividad.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	-1,242	0,0524214	-4,22072%	-1,286	-1,184	0,102
T1	3	-1,873	1,32923	-70,9679%	-3,364	-0,812	2,552
T2	3	-3,42233	1,08246	-31,6293%	-4,101	-2,174	1,927
T3	3	-2,704	0,190843	-7,0578%	-2,913	-2,539	0,374
T4	3	-2,17	0,366628	-16,8953%	-2,586	-1,894	0,692
Total	15	-2,28227	1,01573	-44,5053%	-4,101	-0,812	3,289

Tabla ANOVA para Cohesividad por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,000441733	4	0,000110433	3,86	0,0378
Intra grupos	0,000286	10	0,0000286		
Total (Corr.)	0,000727733	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Cohesividad por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	3	0,868333	X
T3	3	0,871667	XX
T4	3	0,872	XX
T1	3	0,876667	XX
Control	3	0,884	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - T1		0,00733333	0,0143719
Control - T2	*	0,0156667	0,0143719
Control - T3		0,0123333	0,0143719
Control - T4		0,012	0,0143719
T1 - T2		0,00833333	0,0143719
T1 - T3		0,005	0,0143719
T1 - T4		0,00466667	0,0143719
T2 - T3		-0,00333333	0,0143719
T2 - T4		-0,00366667	0,0143719
T3 - T4		-0,000333333	0,0143719

* indica una diferencia significativa.

Resumen Estadístico para Dureza.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	4,214	0,341188	8,09653%	3,861	4,542	0,681
T1	3	3,96167	0,357646	9,02765%	3,558	4,239	0,681
T2	3	4,03767	0,157646	3,90439%	3,861	4,164	0,303
T3	3	4,012	0,393176	9,79999%	3,785	4,466	0,681
T4	3	4,113	0,388475	9,44506%	3,785	4,542	0,757
Total	15	4,06767	0,300649	7,39118%	3,558	4,542	0,984

Tabla ANOVA para Adhesividad por Dureza.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,11611	4	0,0290275	0,25	0,9016
Intra grupos	1,14934	10	0,114934		
Total (Corr.)	1,26545	14			

Resumen Estadístico para Elasticidad.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	0,963333	0,00723418	0,750953%	0,955	0,968	0,013
T1	3	0,962667	0,0196554	2,04176%	0,948	0,985	0,037
T2	3	0,93	0,0101489	1,09128%	0,921	0,941	0,02
T3	3	0,941	0,00360555	0,383162%	0,937	0,944	0,007
T4	3	0,935333	0,00665833	0,711867%	0,931	0,943	0,012
Total	15	0,946467	0,0171417	1,81113%	0,921	0,985	0,064

Tabla ANOVA para Elasticidad por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,00291573	4	0,000728933	6,08	0,0095
Intra grupos	0,001198	10	0,0001198		
Total (Corr.)	0,00411373	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para Elasticidad por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	3	0,93	X
T4	3	0,935333	XX
T3	3	0,941	XX
T1	3	0,962667	X
Control	3	0,963333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - T1		0,000666667	0,0294144
Control - T2	*	0,0333333	0,0294144
Control - T3		0,0223333	0,0294144
Control - T4		0,028	0,0294144
T1 - T2	*	0,0326667	0,0294144
T1 - T3		0,0216667	0,0294144
T1 - T4		0,0273333	0,0294144
T2 - T3		-0,011	0,0294144
T2 - T4		-0,00533333	0,0294144
T3 - T4		0,00566667	0,0294144

* indica una diferencia significativa.

Resumen Estadístico para Gomosidad.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	3,70533	0,310898	8,39054%	3,37	3,984	0,614
T1	3	3,487	0,300371	8,61404%	3,148	3,72	0,572
T2	3	3,50533	0,130216	3,71481%	3,358	3,605	0,247
T3	3	3,49767	0,341608	9,76675%	3,292	3,892	0,6
T4	3	3,32533	0,644911	19,3939%	2,715	4,0	1,285
Total	15	3,50413	0,347568	9,9188%	2,715	4,0	1,285

Tabla ANOVA para Gomosidad por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,218363	4	0,0545908	0,37	0,8244
Intra grupos	1,47289	10	0,147289		
Total (Corr.)	1,69125	14			

Resumen Estadístico para Masticabilidad.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	3	3,567	0,278975	7,821%	3,26	3,805	0,545
T1	3	3,36067	0,344583	10,2534%	2,986	3,664	0,678
T2	3	3,25833	0,0868581	2,66572%	3,159	3,32	0,161
T3	3	3,29167	0,332362	10,0971%	3,084	3,675	0,591
T4	3	3,00033	0,743754	24,7891%	2,238	3,724	1,486
Total	15	3,2956	0,399546	12,1236%	2,238	3,805	1,567

Tabla ANOVA para Masticabilidad por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,499435	4	0,124859	0,72	0,5978
Intra grupos	1,73549	10	0,173549		
Total (Corr.)	2,23492	14			

Anexo G. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) para CRA, pH y EE de las emulsiones cárnicas.

• LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)

Resumen Estadístico para CRA.

Tratamientos	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Control	3	66,8367	3,72734	5,57678%	63,81	71,0	7,19
T1	3	63,9267	0,692556	1,08336%	63,15	64,48	1,33
T2	3	67,33	1,02533	1,52284%	66,32	68,37	2,05
T3	3	69,13	3,50856	5,07531%	65,23	72,03	6,8
T4	3	73,33	0,545619	0,74406%	72,7	73,65	0,95
Total	15	68,1107	3,78078	5,55093%	63,15	73,65	10,5

Tabla ANOVA para CRA por Tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	144,057	4	36,0141	6,42	0,0079
Intra grupos	56,0633	10	5,60633		
Total (Corr.)	200,12	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para CRA por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	3	63,9267	X
Control	3	66,8367	X
T2	3	67,33	XX
T3	3	69,13	XX
T4	3	73,33	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Control - T1		2,91	6,36313
Control - T2		-0,493333	6,36313
Control - T3		-2,29333	6,36313
Control - T4	*	-6,49333	6,36313
T1 - T2		-3,40333	6,36313
T1 - T3		-5,20333	6,36313
T1 - T4	*	-9,40333	6,36313
T2 - T3		-1,8	6,36313
T2 - T4		-6,0	6,36313
T3 - T4		-4,2	6,36313

* indica una diferencia significativa.

• EL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

Resumen Estadístico para pH.

Tratamientos	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Control	3	6,14	0,01	0,162866%	6,13	6,15	0,02
T1	3	6,17	0,02	0,324149%	6,15	6,19	0,04
T2	3	6,21	0,0264575	0,426047%	6,18	6,23	0,05
T3	3	6,22	0,01	0,160772%	6,21	6,23	0,02
T4	3	6,24	0,01	0,160256%	6,23	6,25	0,02
Total	15	6,196	0,0399643	0,645001%	6,13	6,25	0,12

Tabla ANOVA para pH por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,01956	4	0,00489	17,46	0,0002
Intra grupos	0,0028	10	0,00028		
Total (Corr.)	0,02236	14			

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Control	3	6,14	X
T1	3	6,17	XX
T2	3	6,21	XX
T3	3	6,22	X
T4	3	6,24	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - T1		-0,03	0,0449687
Control - T2	*	-0,07	0,0449687
Control - T3	*	-0,08	0,0449687
Control - T4	*	-0,1	0,0449687
T1 - T2		-0,04	0,0449687
T1 - T3	*	-0,05	0,0449687
T1 - T4	*	-0,07	0,0449687
T2 - T3		-0,01	0,0449687
T2 - T4		-0,03	0,0449687
T3 - T4		-0,02	0,0449687

* indica una diferencia significativa.

• ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN (EE)

Resumen Estadístico para la estabilidad de la emulsión (EE).

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	2	98,89	0,0565685	0,0572035%	98,85	98,93	0,08
T1	2	98,4	0,155563	0,158093%	98,29	98,51	0,22
T2	2	98,625	1,77484	1,79958%	97,37	99,88	2,51
T3	2	98,265	1,98697	2,02205%	96,86	99,67	2,81
T4	2	99,285	0,629325	0,633857%	98,84	99,73	0,89
Total	10	98,693	0,991487	1,00462%	96,86	99,88	3,02

Tabla ANOVA para la estabilidad de la emulsión por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1,32586	4	0,331465	0,22	0,9160
Intra grupos	7,52155	5	1,50431		
Total (Corr.)	8,84741	9			

Anexo H. Resultados del software Statgraphics Centurion para el análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) para el análisis sensorial de las emulsiones cárnicas.

Resumen Estadístico para olor.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	50	6,5	1,32865	20,4407%	3,0	9,0	6,0
T1	50	6,18	1,38048	22,3378%	3,0	9,0	6,0
T2	50	5,98	1,39225	23,2818%	3,0	9,0	6,0
T3	50	6,24	1,53277	24,5636%	3,0	9,0	6,0
T4	50	6,54	1,55459	23,7704%	4,0	9,0	5,0
Total	250	6,288	1,44409	22,9658%	3,0	9,0	6,0

Tabla ANOVA para olor por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	10,864	4	2,716	1,31	0,2673
Intra grupos	508,4	245	2,0751		
Total (Corr.)	519,264	249			

Resumen Estadístico para color.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	50	6,24	1,30243	20,8723%	3,0	9,0	6,0
T1	50	6,0	1,48461	24,7436%	3,0	9,0	6,0
T2	50	5,92	1,33768	22,5959%	2,0	8,0	6,0
T3	50	6,14	1,47094	23,9567%	3,0	8,0	5,0
T4	50	6,2	1,48461	23,9454%	4,0	9,0	5,0
Total	250	6,1	1,41208	23,1489%	2,0	9,0	7,0

Tabla ANOVA para color por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3,68	4	0,92	0,46	0,7670
Intra grupos	492,82	245	2,01151		
Total (Corr.)	496,5	249			

Resumen Estadístico para sabor.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	50	6,54	1,47372	22,5339%	3,0	9,0	6,0
T1	50	6,2	1,56492	25,2407%	3,0	8,0	5,0
T2	50	5,74	1,91461	33,3555%	1,0	9,0	8,0
T3	50	5,72	1,95918	34,2513%	1,0	9,0	8,0
T4	50	3,86	2,18539	56,6163%	1,0	9,0	8,0
Total	250	5,612	2,047	36,4754%	1,0	9,0	8,0

Tabla ANOVA para sabor por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	215,224	4	53,806	15,92	0,0000
Intra grupos	828,14	245	3,38016		
Total (Corr.)	1043,36	249			

Resumen Estadístico para textura.

<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Control	50	6,22	1,74133	27,9957%	1,0	9,0	8,0
T1	50	6,22	1,34453	21,6162%	3,0	8,0	5,0
T2	50	6,2	1,29363	20,8649%	3,0	9,0	6,0
T3	50	6,18	1,69862	27,4857%	1,0	9,0	8,0
T4	50	4,38	1,98864	45,4028%	1,0	8,0	7,0
Total	250	5,84	1,7785	30,4537%	1,0	9,0	8,0

Tabla ANOVA para textura por Tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	133,28	4	33,32	12,48	0,0000
Intra grupos	654,32	245	2,67069		
Total (Corr.)	787,6	249			

Pruebas de Múltiple Rangos para TEXTURA por Tratamientos.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	50	4,38	X
T3	50	6,18	X
T2	50	6,2	X
T1	50	6,22	X
Control	50	6,22	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - T1		0	0,898204
Control - T2		0,02	0,898204
Control - T3		0,04	0,898204
Control - T4	*	1,84	0,898204
T1 - T2		0,02	0,898204
T1 - T3		0,04	0,898204
T1 - T4	*	1,84	0,898204
T2 - T3		0,02	0,898204
T2 - T4	*	1,82	0,898204
T3 - T4	*	1,8	0,898204

* indica una diferencia significativa